

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф. Фролов
«_____» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Еколого-економічне обґрунтування вибору методів
утилізації полімерних відходів»**

Виконавець: студентка групи ЕК-201м Пташніченко Тетяна Вікторівна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.ф.-м.н., доцент кафедри екології Гай Анжела Євгенівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Кажан К.І.
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Явніук А.А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Фролов В.Ф.

«_____» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Пташніченко Тетяни Вікторівни

1. Тема роботи «Еколого-економічне обґрунтування вибору методів утилізації полімерних відходів» затверджена наказом ректора від «06» жовтня 2020 р. №19371/ст.
2. Термін виконання роботи: з 06.10.2020 р. по 21.12.2020 р.
3. Вихідні дані роботи: теоретичні та аналітичні матеріали, дані власних спостережень.
4. Зміст пояснювальної записки: еколого-економічна характеристика методів утилізації полімерних відходів, розрахунок економічного та екологічного потенціалу для трьох основних методів утилізації пластику.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін Виконання	Підпис керівника
1.	Обґрунтування вибору теми	03.09.2020-27.09.2020	
2.	Складання календарного плану дипломної роботи	05.10.2020	
3.	Опрацювання літературних джерел з обраного напрямку досліджень	06.10.2020-09.10.2020	
4.	Збір, систематизація та вивчення інформації	12.10.2020-21.10.2020	
5.	Опрацювання інформації (групування, зведення у таблиці, побудова графіків, схем)	22.11.2020-05.11.2020	
6.	Обробка та оформлення вихідних матеріалів	06.11.2019-09.11.2020	
7.	Формулювання висновків та рекомендацій	10.11.2020-13.11.2020	
8.	Оформлення дипломної роботи згідно вимог діючих стандартів	16.11.2020-20.11.2020	
9.	Перший етап перед захисту дипломної роботи	23.11.2020	
10.	Підготовка до захисту: доповідь, презентація, ілюстративний (роздатковий) матеріал	29.11.2020-20.12.2020	
11.	Захист дипломної роботи	22.06.2020	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Кажан К.І. К.т.н., доцент		

8. Дата видачі завдання: « 06 » жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____
(підпис керівника)

Гай А.Є.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____
(підпис випускника)

Пташніченко Т.В.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Еколого-економічне обґрунтування методів утилізації полімерних відходів»: 100 с., 19 рис., 13 табл., 53 бібліографічних посилань використаних джерел.

Об'єкт дослідження: обґрунтування методів утилізації полімерних відходів.

Предмет дослідження: полімерні відходи та методи утилізації.

Мета роботи: оцінити, який з методів утилізації полімерних відходів має найменший вплив на навколишнє природне середовище, здоров'я людей та є більш економічно вигідним, запропонувати рекомендації щодо зменшення впливу полімерних відходів на довкілля та здоров'я людей.

Методи дослідження: оброблення, компонування даних, їх аналіз, порівняння, синтез і систематизація, узагальнення науково-теоретичних і дослідних даних; системний підхід, методи спостереження та порівняння.

ПОЛІМЕРИ, ПЛАСТИК, МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ, УТИЛІЗАЦІЯ, ЕКОЛОГІНІ ПРОБЛЕМИ, ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ...	10
1.1. Різновиди полімерних матеріалів	11
1.2. Класифікація відходів полімерів.....	Error! Bookmark not defined.
1.3. Типи пластику, його переваги та недоліки.....	13
1.3.1. Поліетилен терефталат	16
1.3.2. Поліетилен високої щільності.....	16
1.3.3. Полівінілхлорид.....	17
1.3.4. Поліетилен низької щільності.....	17
1.3.5. Поліпропілен.....	18
1.3.6. Полістирол.....	18
1.4. Вплив полімерних відходів на життєдіяльність живих організмів та навколишнє середовище.....	19
1.4.1. Дослідження вчених про вплив мікропластику.....	20
1.4.2. Вплив відходів полімерів на живі організми.....	25
1.4.3. Вплив полімерних матеріалів на природне середовище.....	26
1.5. Правове регулювання поводження з полімерними відходами.....	27
1.5.1. Вимоги законодавства щодо поводження з полімерними відходами в Україні.....	28
1.5.2. Вимоги, що встановлені стосовно поводження з полімерними відходами згідно Угоди про асоціацію з ЄС.....	34
1.6. Ситуація із забруднення пластиком під час пандемії в Україні.....	35
1.7. Висновки до розділу.....	36
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	38

2.1. Принципи реформування та управління відходами	41
2.2. Способи скорочення відходів полімерів	43
2.3. Шляхи поводження з відходами полімерних матеріалів	44
2.3.1. Захоронення пластикових відходів на полігонах	45
2.3.2. Спалювання відходів полімерів	46
2.3.3. Вторинна переробка полімерних відходів	53
2.4. Характеристика переробки відходів на прикладі поліетилену	57
2.5. Висновки до розділу	59
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНЕ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВЕРДИХ ПОЛІМЕРІВ	61
3.1. Розрахунок еколого-економічного потенціалу при захороненні пластикових відходів	63
3.2. Розрахунок еколого-економічного потенціалу при спалюванні відходів пластику	66
3.3. Перспективи вторинної переробки відходів пластику	69
3.4. Висновки до розділу	70
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	72
4.1. Аналіз шкідливих і небезпечних чинників фахівця при роботі з персональним комп'ютером	72
4.2. Вимоги, що забезпечують захист користувачів офісної техніки від шуму та вібрації	76
4.3. Розрахунок середнього рівня шуму робочої зони фахівця, який працює з ПК	78
4.4. Вимоги пожежної безпеки до користувачів ПК	85
4.5. Комплекс заходів щодо попередження знищення та захисту від шуму та вібрації в приміщеннях, які обладнані ПК	87
ВИСНОВКИ	92
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ВП – відходи полімерів;

ВПЕ – вторинний поліетилен;

ВПЕНЩ – вторинний поліетилен низької щільності;

ПВХ – полівінілхлорид;

ПЕТ – поліетилен;

ПЕВЩ – поліетилен високої щільності;

ПЕНЩ – поліетилен низької щільності;

ПЕТФ – поліетилентерефталат;

ПП – поліпропілен;

ГДК – гранично допустима концентрація.

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогодні полімерні матеріали широко використовуються у повсякденному житті кожної людини. Саме завдяки тому, що вони мають унікальні властивості, а саме: тривалий час використання, простота обробки та низькі виробничі витрати. Але такі властивості, як стабільність та стійкість до розкладу в природних умовах призвели до накопичення відходів пластмасових відходів у навколишньому середовищі. У зв'язку з такими особливостями майже всі підприємства використовують полімерну упаковку для харчових та непродовольчих товарів.

Відходи пластику відносяться до III-IV класів небезпеки і пластик, що не утилізується спричиняє значну загрозу для довкілля тому, що протягом деякого часу виділяє токсичні канцерогенні речовини: формальдегіди, фталати тощо. Особливу небезпеку становить пластик при загорянні. Часто спостерігається сильні отруєння внаслідок горіння пластику з виділенням токсичних газів – фурани, діоксини, хлористий водень, оксиди вуглецю, що заміщує увесь кисень в крові. Сам процес тління пластику на полігонах відходів є дуже небезпечним явищем.

Утилізація полімерних відходів на сьогодні є актуальною проблемою для збереження і підтримки екологічного стану середовища і для

Проблема переробки полімерних відходів є актуальною як з екологічної і для збереження енергетичних ресурсів. Через те, що вони характеризуються стійкістю до зовнішніх факторів середовища, знижуються запаси природних ресурсів, підвищується ціна на природній газ та нафту, таким чином це призводить до повторного використання полімерних відходів. Створюються замкнені колообіги сировинної бази, як наслідок, скорочуються суспільні затрати на збереження природного середовища. Використання вторинної сировини, що отримується із полімерних відходів підпорядковується закону економічного попиту та пропозиції, а екологічна роль має важливу, але

другорядну роль.

Різні підходи до аналізу еколого-економічної оцінки впливу відходів на природне навколишнє середовище враховуючи методи утилізації відходів, а також питаннями, які пов'язані з управлінням та впровадженням систем поводження з відходами можна знайти у наукових роботах вітчизняних і зарубіжних багатьох вчених: О.Ф. Балацький, Р.І. Байцар, О.О.Білопільська, О.О. Веклич, Х.І. Демко, Т.М. Довга, С.С. Душкін, О.П.Ігнатенко, В.О. Лук'янихін, Ю.М. Маковецька, Л.Г. Мельник, Є.В. Мішенін, В.С. Міщенко, М.Ю. Шабалов, Т.І. Шевченко, В.Ю. Школа.

Мета і завдання виконання дипломної роботи.

Мета роботи – оцінити, який з методів утилізації полімерних відходів має найменший вплив на навколишнє природне середовище, здоров'я людей та є більш економічно вигідним, запропонувати рекомендації щодо зменшення впливу полімерних відходів на довкілля та здоров'я людей.

Завдання роботи:

1. Опрацювати літературні джерела та нормативно-правову базу з питань поводження з відходами.
2. Проаналізувати стан полімерних відходів в Україні.
3. Визначити проблеми та перспективи у сфері поводження з полімерними відходами.
4. Визначити найбільш економічно та екологічно доцільні методи утилізації.
5. Сформулювати висновки та розробити рекомендації.

Об'єкт дослідження – обґрунтування методів утилізації полімерних відходів.

Предмет дослідження – полімерні відходи та методи утилізації.

Методи дослідження – оброблення, компонування даних, їх аналіз, порівняння, синтез і систематизація; узагальнення науково-теоретичних і дослідних даних; системний підхід, методи спостереження та порівняння.

Наукова новизна отриманих результатів. З метою підвищення рівня екологічної та економічної безпеки на основі виконаних теоретичних досліджень отримані наукові результати щодо оптимального вибору методів утилізації полімерних відходів.

Практичне значення отриманих результатів. Результати роботи можуть доповнити наявну інформацію про еколого-економічну оцінку методів утилізації полімерних матеріалів.

Особистий внесок випускника: полягає в аналізі основних методів утилізації полімерних відходів, розрахунок економічного потенціалу кожного з них, а також екологічного впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я живих організмів.

Апробація отриманих результатів. Результати дипломної роботи доповідалися на XIV Всеукраїнській екологічній конференції "Екологічна безпека держави 2020" (м. Київ, Україна, 2020).

Публікації: результати дипломної роботи опубліковано в матеріалах XIV Всеукраїнської екологічної конференції "Екологічна безпека держави 2020" «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ПОЛІМЕРНИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ» (23 квітня 2020 року).

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ

На сьогоднішній день полімерні відходи оточують нас на кожному кроці. Вони являють собою різні види відпрацьованих чи зношених виробів і матеріалів, які виготовлені з синтетичних полімерів. Промислові підприємства здійснюють виробництво синтетичних полімерів з простих полімерів, тобто мономерів, і за допомогою реакції полімеризації та поліконденсації отримують різні високомолекулярні продукти. Сучасні виробники створюють полімери, для яких характерні точно задані властивості.

Отже, такі матеріали можуть бути використані для будь-яких цілей, а саме: для харчової та хімічної промисловостей, а найбільше для повсякденного життя людини.

Головною з властивостей полімерів, яку не передбачили й не враховали при виготовленні їх біорозпад. Тому такі відходи обов'язково необхідно утилізувати.

Вироби з полімерів мають широке застосування в усіх областях, що пов'язані з діяльністю людини. Виробництво і використання полімерів є одним із проявів науково-технічного прогресу, оскільки сприяє зниженню витрат на виробництво більшості товарів і виробів, експлуатаційних витрат і підвищення якості, поліпшення їх зовнішнього вигляду. Невелика маса виробів із полімерів дозволяє витрати праці, знизити транспортні витрати при монтажі габаритних конструкцій [1].

Механічні, фізико-хімічні властивості та економічні переваги полімерів зумовлюють їх важливу роль в хімізації господарської діяльності. Пластик займає вагомe місце традиційних матеріалів (металу, склу, паперу, картону, шкірі).

На сьогоднішній день добре відомо цілий ряд пластику, що мають помітну тепло- та морозостійкість, таким чином, дозволяє застосовувати їх заради виготовлення виробів, які працюють у широкому інтервалі температур. Як

правило, пластик має тверду і блискучу поверхню, не потребують полірування, лакування або поверхневого забарвлення. Зазвичай під дією атмосферних впливів зовнішній вигляд не змінюється [2].

1.1. Різновиди полімерних матеріалів

За даними Державної статистики України щорічно в середньому утворюється приблизно до 10 млн. тонн твердих побутових відходів, морфологічний склад який відображений на рисунку 1.1.

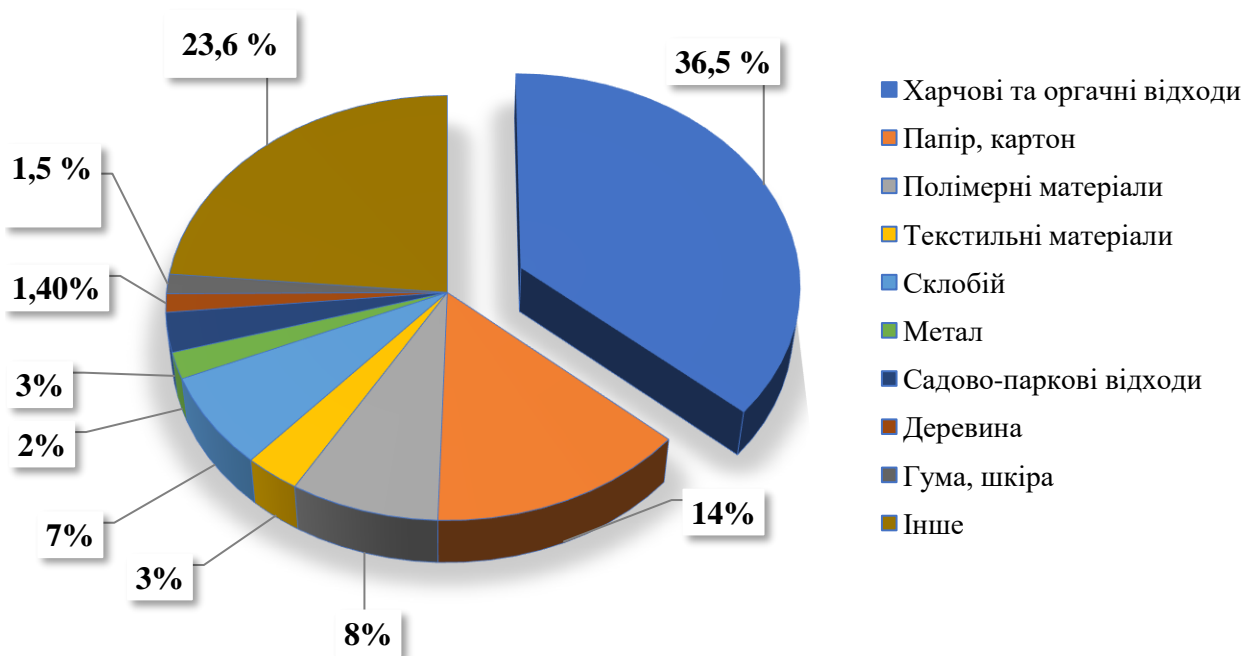


Рис. 1.1. Середній морфологічний склад ТПВ за 2019 рік

В Україні за 2019 рік (без урахування даних АР Крим та м. Севастополь) утворилось майже 53 млн. м³ побутових відходів, або понад 10 млн тонн, які захоронюються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею майже 9 тис. га [3]. Полімерні відходи становлять приблизно 8 % .

Полімери поділяють на такі види:

а) за сферою виробництва

- утворення відходів від підприємств, що переробляють полімери;
- утворення відходів від підприємств, що використовують полімери у

виготовленні своїх товарів;

- утворення відходів від підприємств, що використовують готові товари зроблені із полімерів у процесі виробництва своєї продукції.

б) за сферою споживання:

- полімерне пакування;
- полімерні вироби для індивідуальному споживанні [4].

1.2. Класифікація відходів полімерів

Класифікація полімерів відбувається за їх ознаками (рис.1.2.): за походженням; за складом; методами утворення; структурою; галузями використання .

За походженням поділяються:

- природні (біополімери) – білки, нуклеїнові кислоти, смоли;
- синтетичні – поліетилен, поліпропілен, феноло-формальдегідні смоли;
- штучні – утворюються з природних полімерів шляхом їхньої хімічної модифікації.

За хімічною структурою:

- лінійні;
- розгалужені;
- сітчасті;
- просторові.

За складом основного ланцюга:

- гетероцепнів (в основному ланцюзі містяться атоми різних елементів);

- гомоцепні (основні ланцюги побудовані з однакових атомів) [4].

Сучасна людина не зможе жити без використання полімерів. Для безпечного та ефективного використання товарів, що виготовлені з полімерів, необхідно вивчати їх особливості.



Рис. 1.2. Класифікація полімерів

1.3. Типи пластику, його переваги та недоліки

У сучасному світі нараховується близько 150 видів пластику. Для того, щоб отримати певні властивості пластику до їх складу додають до 20 видів різних добавок, деякі з них є токсичними. Пластмаси класифікують за різними критеріями: хімічний склад, жирність, жорсткість. Але головним критерієм, який пояснює природу полімеру, є характер поведінки пластика при нагріванні. За цією ознакою усі пластики діляться на три основні групи: термопласти, реактопласти та еластомери [5].

Структура полімерних відходів, відображена на рис. 1.3., що використовується для пакування товарів в Україні за 2019 р.

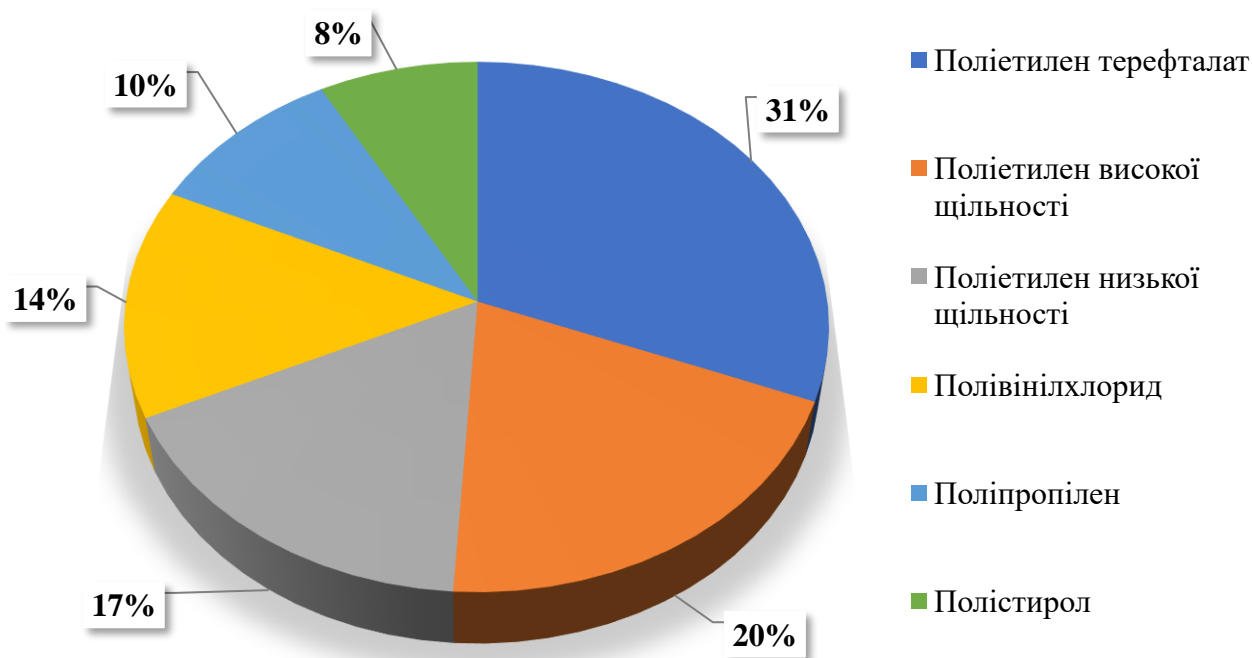









Рис. 1.3. Структура полімерних відходів (термопластів) в Україні в 2019 році

Пластик поширено використовується у повсякденному житті і дуже складно уявити життя без нього – пакети, стаканчики, контейнери, пляшки, дитячі іграшки, склянки та баночки тощо. Але не кожен пластик можна використовувати для харчових продуктів. Щоб розібратися у всьому різноманітті типів пластику необхідно знати маркування різних видів пластику, для чого вироби з того чи іншого пластику можна використовувати і чи в подальшому можна їх переробляти.

Типи пластику та їх кодування переробки прописані «Спілкою пластикової промисловості» (SPI). Для багатьох країн позначення типів пакувального матеріалу саме за SPI є обов'язковою [6].

Для того, щоб ефективно сортувати і переробляти пластик, необхідно розрізняти основні типи пластику, що переробляється (табл.1.1).

Основні типи пластику

Позначення пластику	Назва	Переробка
	Поліетилен терефталат (PET або ПЕТ)	Переробляється. Біла ПЕТ-пляшка переробляється лише у Запорізькій області
	Поліетилен високої щільності (PEHD або ПНТ)	Переробляється
	Полівінілхлорид (PVC або ПВХ)	Не піддається переробці
	Поліетилен низької щільності (PELD або ПБТ)	Переробляється
	Поліпропілен (PP або ПП)	Переробляється
	Полістирол (PS або ПС)	Переробляється
	Інше або other	Загалом, не піддається переробці

Використання пластику у виробництві дуже поширене, тому необхідно знати, які з властивостей є перевагами, а які недоліками основні відображені у таблиці 1.2

Таблиця 1.2

Переваги та недоліки використання пластику

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> - здатність легко створювати навіть дуже складні й неправильні форми (хороший приклад 3D-принтери чи форми для виготовлення об'єктів методом лиття під тиском); - мала вага і легке тонування, стійкість - висока механічна міцність; - довговічність виробів; - хороші електроізоляційні властивості; - можливість переробки (у разі сортування відходів) 	<ul style="list-style-type: none"> - низька стійкість до високих температур; - дуже тривалий час розкладання (пластикові відходи розкладаються тільки через багато десятків або навіть сотень років); - повільна зміна форми в результаті дії цього об'єкта або матеріалу при постійних і тривалих навантаженнях)

1.3.1. Поліетилентерефталат

Найпоширеніший вид пластику. Дешевий у виробництві (пластикових пляшок, упаковки косметичної продукції). У чистому вигляді не токсичний. Але може містити фталати та ін. токсичні хімічні зв'язки, є дійсно одноразовим. Категорично не рекомендується використати його повторно. Такий вид пластику вважався одним із найнебезпечніших.

У пляшки, які виготовлені з цього пластику розливають воду, сік, соняшникову олію, кетчуп і майонез, косметичні засоби. Оскільки при дії високої температури, сонячної енергії він починає випаровуватися або розчинятися у продукті, таким чином, насичує його небезпечними речовинами, зокрема

бісфенолом А (виділяється при багаторазовому використанні пластику і частому митті). У свою чергу ця речовина продукує розвиток різних хронічних захворювань серця та печінки, репродуктивної системи, а також викликає рак грудей [6].

1.3.2. Поліетилен високої щільності або поліетилен низького тиску

З нього виробляють пляшки та пакети для молочних продуктів, косметики, ковпачки для пляшок, одноразовий посуд, контейнери для їжі, іграшки, різні кришки від пляшок та кришки від пляшок, міцні сумки для покупок, пакувальні пакети та коробки. У повсякденному житті він розповсюджується у вигляді лотків для упаковки напоїв, пакувального паперу для побутової техніки та самоклеючих харчових плівок. Упаковка з цього пластику може протистояти маслу, кислоті, лугу та іншим шкідливим речовинам. Вироби з цього пластику вважаються безпечними для здоров'я людини. Вчені та експерти кажуть, що продукція з даного виду пластику є безпечною для здоров'я людини [6].

1.3.3. Полівінілхлорид

Завдяки техніко-фізичними властивостями полівінілхлориду, його застосовують в самих різних сферах життєдіяльності.

Великою популярністю користується вироби ПВХ в будівництві. Це віконні блоки, перегородки, панелі, елементи меблів, покриття для підлоги. Матеріал вільно конкурує з традиційним склом, металом, деревиною.

При будівництві інженерних і каналізаційних систем, трубопроводів, застосовують труби-ПВХ - герметичні, міцні і водостійкі. Надійністю, практичністю і довговічністю відрізняються і комплектуючі для комунікацій з ПВХ.

Товари, які виготовлені з цього виду пластику виділяють високотоксичні хлорорганічні сполуки. Вони негативно впливають на гормональну систему та її

баланс. Такий пластик м'який і гнучкий, в основному використовують для виготовлення упаковки для іграшок, а також для зберігання масел чи олій.

Також виготовляють блістерні упакування для великої кількості споживчих товарів, пластикових труб, деталей для техніки, віконних рам та шлангів для садівництва. Дослідники та науковці надають рекомендації щодо утримувати від купівлі товарів з такого пластику, оскільки він повторно не переробляється [6].

1.3.4. Поліетилен низької щільності або поліетилен високого тиску

Широко використовується як пакувальний матеріал. Такий пластик має пластичні властивості, зматовий. Переробка відбувається за допомогою методу екструзії завдяки двох способів: шляхом роздування до рукавної плівки; за допомогою охолоджувального валика до плоскої плівки. Утворена плівка є досить міцною при низьких температурах, при стискуванні і розтягуванні, а також стійка до ударів, але головною особливістю плівки її досить низька температура розм'якшення, близько ста градусів. Такий вид пластику не виділяє високо токсичних речовин у довкілля, є при безпосередньому безпечним для організму людини.

Застосовується для виробництва пляшок та різних пакетів супермаркетів, CD і DVD дисків. Від поліетилену високого тиску відрізняється тим, що погано розтягується і рветься [6].

1.3.5. Поліпропілен

Вид пластику, який при нагріванні не плавиться, тобто є термостійкий. Товари з такого пластику забарвлені у білий колір або напівпрозорий відтінок. З нього виготовляють відра, посуд для гарячих страв, одноразові шприци, мішки для цукру, контейнери для заморожування продуктів, кришки для пляшок, диски, пляшки для кетчупів, стаканчики для йогуртів, труби, бампери.

Виробництво поліпропілену відбувається за допомогою суспензійного,

розчинного або газофазного процесу, в якому пропіленовий мономер піддається впливу тепла і тиску в присутності каталітичної системи. Полімеризація досягається при відносно низьких температурах і тиску. Отриманий продукт легко забарвлюється. Відмінності в каталізаторі і умовах виробництва можуть бути використані для зміни властивостей пластику. [6].

1.3.6. Полістирол

Полістирол часто використовується при виробництві кавових склянок і контейнерів для швидкого харчування (одноразовий посуд), дитячі іграшки, теплоізоляційні плити, декоративну плитку для стелі, пакувальні таці для продуктів харчування в супермаркетах, фасувальні коробки для яєць. При нагріванні виділяє небезпечні хімічні токсичні сполуки. Є недорогим, легким і досить міцним видом пластику, але є не придатним для зберігання гарячої їжі і напоїв.

До групи «інші види пластику» відноситься будь-який інший пластик, який не може бути включений в попередні групи, найчастіше це є багат шарові упаковки або упаковка, що містить кілька видів пластику. Даний пластик можна відрізнити за такими ознаками:

- при згинанні на лінії згину з'являється біла смуга;
- пляшки з ПВХ бувають синього або блакитного кольору;
- шов на дні пляшки має два симетричні напливи [6].

Прозорий полістирол загального призначення (GPPS) має хороші оптичні властивості, малу вагу та здатність до низького вологопоглинання.

Ударостійкий полістирол (HIPS) в кольоровому виконанні на сьогоднішній день є вигідним рішенням із асортиментів твердих пластиків для виготовлення рекламних виробів із застосуванням всередині приміщень. Перевагою листів ударостійкого полістиролу є їх невисока вартість, низька вага, хороша хімічна стійкість та висока твердість. Як узагальнення у таблиці 1.3 представлена інформація про основні види пластику.

Таблиця 1.3

Огляд полімерів, що входять до складу найважливіших пластмас

Вид полімеру	Властивості	Колір	Стійкий / не стійкий	Використання
Поліетилен	Еластичний	Білий або напівпрозорий	Вода, кислоти, луги, масла, жири, низькі температури / нітратна кислота, галогени	Виробляють плівку, труби, електроізоляцію, предмети побуту (посуд, пакети).
Поліпропілен	Міцний	Білий	Луги, кислоти / хлорсульфанов а кислота, олеум	Виготовляють одноразові шприци, стільці, столи
Полівінілхлорид	Найдешевший, незаймистий	Безбарвний	Вода, слабкі основи і кислоти / високі температури	Лінолеум, слугує ізоляційним матеріалом для дротів і кабелю
Політерефталат	Має високу хімічну і термічну стійкість, негорючий	Біло- прозорий	Кислоти, розчинники / розплави лужних металів, фтору	Виготовляють лінолеум, плитку для підлоги, пакувальну плівку, труби, волокна
Полістирол	Твердий, легкий	Прозорий	Вода / бензену, оцтова кислота, температур більше 120	Замінює скло на приладобудуванні, військовій техніці

1.4. Вплив полімерних відходів на життєдіяльність людини та навколишнє середовище

Масове виробництво пластика почалося близько 60 років тому. На сьогодні обсяг виробництва виріс у 180 разів, а саме: з 1,7 млн тонн в 1954 році до 826 млн в 2018 році (дані «Plastics Europe»). Одних тільки пляшок для води, найпопулярнішого виробу, штампують по 480 млрд в рік (20 тис. щомиті), підраховали в Euromonitor. При цьому на переробку йде лише 9% пластика. Ще 12% спалюється, а 79% потрапляє на звалища і в довкілля. В результаті з 8,3 млрд тонн пластика, зробленого людиною до 2015 року, стільки важать 822 тис. Ейфелевих веж або 80 млн синіх китів, 6,3 млрд тонн перетворилися на сміття (дані журналу Science Advances). Прогноз ООН виглядає загрозливо: якщо нічого не робити, кількість непереробленого пластика виросте з 32 млн тонн в 2010 році до 100-250 млн в 2025-м. А до середини століття людство генеруватиме 33 млрд тонн пластикової продукції в рік – в 110 разів більше.

Згідно даним (12 березня 2020) Міністерства розвитку громад та територій України станом за 2019 рік в Україні (без урахування даних АР Крим та м. Севастополь) утворилось майже 53 млн. м³ побутових відходів, або понад 10 млн тонн, які захоронюються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею майже 9 тис. га [3].

Головною проблемою пластикових відходів те, що вони є біонерозкладними полімерними матеріалами, які при накопиченні в природі викликають значну кількість проблем і перш за все, це стосується на сьогодні водної біоти, якості природної води і звичайно здоров'я людей, оскільки мікропластики (продукти розкладу звичайних полімерних матеріалів) розкладаються під дією сонця, води тощо, в кінці кінців опиняються в продуктах харчування, косметичі тощо [7].

1.4.1. Дослідження вчених про вплив мікропластику

Окрему проблему представляє мікропластик. По міжнародній класифікації, в цю категорію потрапляє будь-яка частка пластику довжиною менше 5 мм. Мінімального розміру не існує. Зустрічаються частки менше одного нм. Первинним найчастіше є волокнами, що додаються до складу синтетичного одягу. При терті поверхні або пранні тисячі волокон відділяються від неї, "повисаючи" в повітрі або змиваючись в каналізацію. Одна Великобританія таким чином генерує 5900 тонн мікропластика в рік, стверджує «The Guardian». Другим за значимістю джерелом є частки штучного каучуку від покриттів, які кожен автомобіль залишає по 20 грамів на 100 км шляху. На додаток машини стирають з доріг розмітку, у складі якої також міститься пластмаса. У виробництві косметичної продукції (скраби, шампуні, помади, зубна паста) додані синтетичні блискітки, ароматизатори, стабілізатори. Втім, полімерні гранули можна знайти в різних товарах: засобах для чищення, конвертах, що самоклеються, чайних пакетиках, жуйці. До цього додається вторинний мікропластик. Як відомо, пластик розкладається століттями. Проте він може швидко деградувати до крихтих частин, зберігаючи свою молекулярну структуру [8].

На сьогодні відомо, що в Тихоокеанській плямі (рис.1.4.) частка мікропластику по вазі складає лише 8%, проте за кількістю фрагментів відразу 94% і ці показники збільшуються, адже плаваюче сміття плавно подрібнюється.



Рис. 1.4. Тихоокеанська смітцева пляма

У Світовому океані за приблизними підрахунками Європейського хімічного агентства, якщо зібрати ці «порошинки» разом, їх площа вшестеро перевищить Тихоокеанську смітєву пляму. У квітні 2018 року вчені з Інституту полярних і морських досліджень (Німеччина) виявили, що в кожному кубометрі льоду Арктики може зберігатися кілька мільйонів пластикових частинок (в 1000 разів більше, ніж передбачалося в 2015), експедиція «Greenpeace» виявила схожі результати в Антарктиці.

У травні 2018 р. географи з Університету Берна (Швейцарія) знайшли його у важкодоступних районах Альп, припустивши, що частинки туди доставляють через вітер, а в Іллінойському університеті (США) довели, що хімічне забруднення ґрунту занесли мікропластик у ґрунтові води.

В океані спостерігаються все частіше випадки проковтування пластикових фрагментів тваринами (рис.1.5.).



Рис. 1.5. Тварини, що страждають від забруднення водою пластиком

В останні роки з ними все частіше стикаються дослідники дикої природи і прості туристи. У 2015 році соціальні мережі сколихнуло відео, зняте американським біологом К. Фіггенер: на Коста-Ріці вона зустріла черепаху з в носі якої опинилася пластикова трубочка. Тварина майже втратила здатність, майже не дихала, але дівчині вдалося врятувати її, витягнувши чужорідний предмет. Також був випадок – люди виявили вовка, який засунув голову в викинуту пляшку для кулера; дельфіна, який наковтався пластикових пакетів, що заблокували травну систему; птицю, що заплуталася в пакувальній сітці тощо. Але крім емоційних історій є і результати важливих досліджень. Так, в минулому 2018 році біологи з Корнельського університету (США) виявили, що в коралових рифах Азіатсько-Тихоокеанського регіону, які є основою місцевих екосистем, зупинилося 1,1 млрд шматків пластику, до 2025 року це число може збільшитися до 15,7 млрд. Внаслідок чого корали стають в 20 разів більш вразливими до захворювань і позбавляє водоростей.

У 2016-2017 роках біологи почали повідомляти про пластикові синтетичні частинки, які були знайдені в організмах зоопланктону. Їх поїдають риби і тварини більш високого ряду, «забираючи з собою» і пластик. Вони ж можуть вживати його в «чистому вигляді», плутаючи з нормальною їжею за зовнішнім виглядом і запахом. Тим більше, що багато мешканців океану переміщуються разом із течіями, таким чином, опиняються в епіцентрі скупчень відходів. У грудні 2018 році вчені Морської лабораторії Плімута (Великобританія), повідомили про наявність мікропластика в організмах усіх існуючих видів черепах, а через місяць вони оприлюднили результати огляду 50 мертвих особин морських ссавців (дельфінів, тюленів, китів), знайдених на узбережжі Британії. Виявилося, що синтетичними частинами харчувалася кожна з тварин.

Вчений Іванников вважав, що мікропластик є більш небезпечна загроза в порівнянні зі звичайним сміттям. Оскільки він набагато швидше мігрує у навколишньому середовищі та з одних організмів в інші. Це призводить до сильної фрагментації матеріалу: якщо сміттєві плями формуються більш-менш в одному місці, то мікропластик розподілений по планеті тонким шаром. Для того,

щоб оцінити його концентрацію необхідні спеціальні дослідження [9].

Перше експериментальне підтвердження того, що людина поглинає власне сміття, було отримано в жовтні 2019 року. Вчені з Медичного університету Відня (Австрія) проаналізували результати аналізів восьми добровольців з різних країн і у всіх знайшли шукані крупички: в середньому по 20 штук на кожні 10 грамів біоматеріалу [8].

У кожної людини немає можливості уникнути щоденного потрапляння пластику в свій раціон. У вересні 2018 року з'явилося дослідження зразків водопровідної води з 14 країн, замовлене асоціацією журналістів «Orb Media». Головний висновок отримали, що очисні споруди не можуть затримати шматочки пластику: більше 80% проб виявилися позитивними (72% в Західній Європі, 94% в США). Заміна проточної води на бутильовану не рятує: через півроку нове дослідження, що охопило 250 пляшок води з 9 країн світу, виявило ще більшу частку таких шматочків [8].

Незабаром після цього німецькі вчені виявили мікропластик у меді та пиві, а корейські у кухонній солі. Британці пішли ще далі, заявивши, що щодня людина проковтує близько сотні синтетичних волокон разом з побутовим пилом.

Як показали дослідження на тваринах, частинки розміром менше 50 мікрон (мільйонна частина метра) можуть проникати через стінки кишечника у внутрішні органи та кров. При цьому морські ссавці, які загинули від інфекційних захворювань, містили набагато більше частинок мікропластика, ніж ті, які загинули від інших причин, помітили вчені з Плимутської лабораторії, в Австрійському суспільстві гастроентерології припустили, що виникнення випадків раку товстої кишки у людей більш молодого віку спричинене саме мікропластиком [8].

На сьогодні це гіпотези повністю непідтвердилися і вчені утримуються від остаточних висновків, оскільки багато чого про мікропластик ще невідомо. Точно можна сказати про негативний вплив токсичних домішок, які додаються у пластик для створення або покращення його різних споживчих властивостей: пестициди, барвники, важкі метали. При розпаді пластикових виробів ці

канцерогени абсорбуються у навколишньому середовищі [8].

Олександр Іванников вважає, що доповідь Центру міжнародного екологічного права «Пластик і здоров'я: реальна ціна пластикової залежності» стала першою спробою простежити вплив пластику на життєдіяльність людини на всіх етапах життєвого циклу – від виробництва з вуглеводневої сировини до захоронення на звалищах, і автори цієї доповіді дійшли невтішних висновків: виявивши 4 тис. потенційно небезпечних хімічних сполук, з них детально проаналізовано 1 тис. та 148 визначили як дуже небезпечні [8].

1.4.2. Вплив відходів полімерів на живі організми

Головною проблемою, яка виникла, є те, що представники великої біоти (кити, акули, дельфіни, тюлені) стали викидатися із водних екосистем на береги і дослідження такої поведінки гідробіологами морських тварин показало, що ці тварини викидаються через дискомфорт у самому водному середовищі, яке для них мільйони років було ідеальним середовищем для життя. Причиною цього є інтенсивне використання пластикових матеріалів.

Дослідження науковців довели, що деякі види пластикових матеріалів є шкідливими для здоров'я людини. В основному до складу товарів, що використовуються у побуті (посуд, упаковки зпластику для харчових продуктів, пляшечки для штучного вигодовування дітей, рами для вікон, натяжні плівки для потолків, пластикові меблі або їх елементи, стоматологічні засоби для лікування зубів) входить небезпечна речовина бісфенол А. вчені зробили дослідження і довели, що ця токсична речовина сприяє гормональним порушенням, порушує або пригнічує роботу серцево-судинної, ендокринної і репродуктивної систем, викликає порушення розвитку головного мозку в дітей, сприяє розвитку онкологічних захворювань [8].

Внаслідок багаторазового використання небезпечних пластикових пляшок відбувається їх скупчення, що призводить до розмноження небезпечних мікроорганізмів, такими небезпечними для здоров'я людини є вироби із стирену

та полістирену, пластифікатори поліхлоровінілу.

В організмі майже всіх сучасних людей містяться частинки мікропластику різного ступеня концентрації. До такого висновку прийшли дослідники Федерального відомства Німеччини з охорони навколишнього середовища, Інституту Роберта Коха [9].

Крім того, науковці Всесвітньої організації охорони здоров'я дослідили вперше про наслідки забруднення навколишнього середовища пластиком і його частинки були виявлені у стічних водах, їжі, повітрі та питній воді і у пляшках, і з крана. Ці частинки називаються мікропластиком – це будь-яка частка пластика розміром менше п'яти міліметрів.

Пластик, потрапляючи на сміттєзвалища, розкладається на мікрочастинки, які проникають в ґрунт та воду. Пластикові тару виділяє частки шкідливого мікропластику. Поки точно не відомо, яка саме кількість пластику потрапляє до людини в кров і як ці частинки впливають на людський організм [9].

1.4.3. Вплив полімерних матеріалів на природне середовище

З кожним роком збільшується попит на синтетичні полімерні матеріали, у зв'язку з їх виробництвом та застосуванням призводить до змін у навколишньому середовищі. Внаслідок синтезу пластикових матеріалів забруднюється вода, ґрунти, а особливо атмосферне повітря, оскільки виділяються отруйні гази, пил, сполуки Pb, Hg та інші важкі металеві елементи, оксиди S, Ni, C. Як наслідок, порушується колообіг речовин, призводячи до утворення смогу. Технологічні процеси відбуваються за допомогою кисню, таким чином, зменшуючи його вміст в атмосфері [10].

Токсичні речовини потрапляють у повітря і поширюються на великі відстані. Під час опадів вони розчиняються і проникають у ґрунти, підвищують його кислотність, потрапляють у поверхневі та підземні води і в кінці кінців надходять у рослини, тварини та людський організм.

Поліетилен застосовують як пакувальний матеріал, а також у виробництві поліетиленових пакетів та плівки. Після використання накопичується на полігонах, смітниках у великій кількості, а під час сильних дощів, повеней потрапляє у водне середовище (рис.1.6.), а розкладається десятки, сотні, тисячі років.



Рис. 1.6. Накопичення поліетиленових виробів на
а) смітниках; б) водному середовищі; в) деревах та кущах

Влітку часто трапляються самозагорання сміття на полігонах та сміттєзвалищах, внаслідок чого у повітря виділяються діоксини, фталати тощо. Вони зумовлюють генетичні зміни, мутації у тваринному і рослинному світі. При спалюванні відходів поліхлоровінілу, полістирену в повітря виділяються дуже токсичні діоксини [11].

1.5. Правове регулювання поводження з полімерними відходами

Підтримання природного стану екосистем є важливим та актуальним завданням людської спільноти. Охорона навколишнього природного середовища для українців є нагальною та невідкладною проблемою, оскільки Україна несе відповідальність перед міжнародними зобов'язаннями із питань збереження і захисту навколишнього середовища.

Політика держави екологічного напрямку направлена на збереження комфортного та безпечного для життя довкілля, захисту від негативних факторів

для здоров'я населення, що зумовлені його забрудненням. На сьогоднішній день в Україні недостатньо уваги приділяють збереженню екосистеми, це зумовлено важливими факторами такими як:

- відсутністю дієвої екологічної політики держави;
- існуванням в системі нормативно-правового регулювання норм, які мають здебільшого декларативний характер;
- нецільовим використанням коштів, які виділяються з державного бюджету на охорону навколишнього природного середовища;
- незаконним поводженням з відходами, що спричиняють забруднення навколишнього природного середовища;
- відсутністю активної позиції громадян щодо стану навколишнього природного середовища та відповідно екологічної обізнаності;
- низьким рівнем рециклінгу відходів тощо.

Важливим елементом з управління відходами є створення Національної стратегії управління відходами до 2030 року, яка зображена на рисунку 1.7.



Рис. 1.7. Схема управління відходами відповідно до національної стратегії

Для розвитку екологічної сфери першочерговим заходом є сформувати нові концептуальні підходи до забезпечення ефективного безпечного та ефективного використання вторинних ресурсів та охорони довкілля. Як наслідок, проблеми поводження з відходами є одними із важливих механізмів стабілізації і покращення екологічного стану та забезпечення раціонального використання ресурсів на території країни.

1.5.1. Вимоги законодавства щодо поводження з полімерними відходами в Україні

Екологічне законодавство України визначило основні напрями державної політики щодо поводження з відходами, у тому числі полімерними, відображені на рис.1.8. [12].

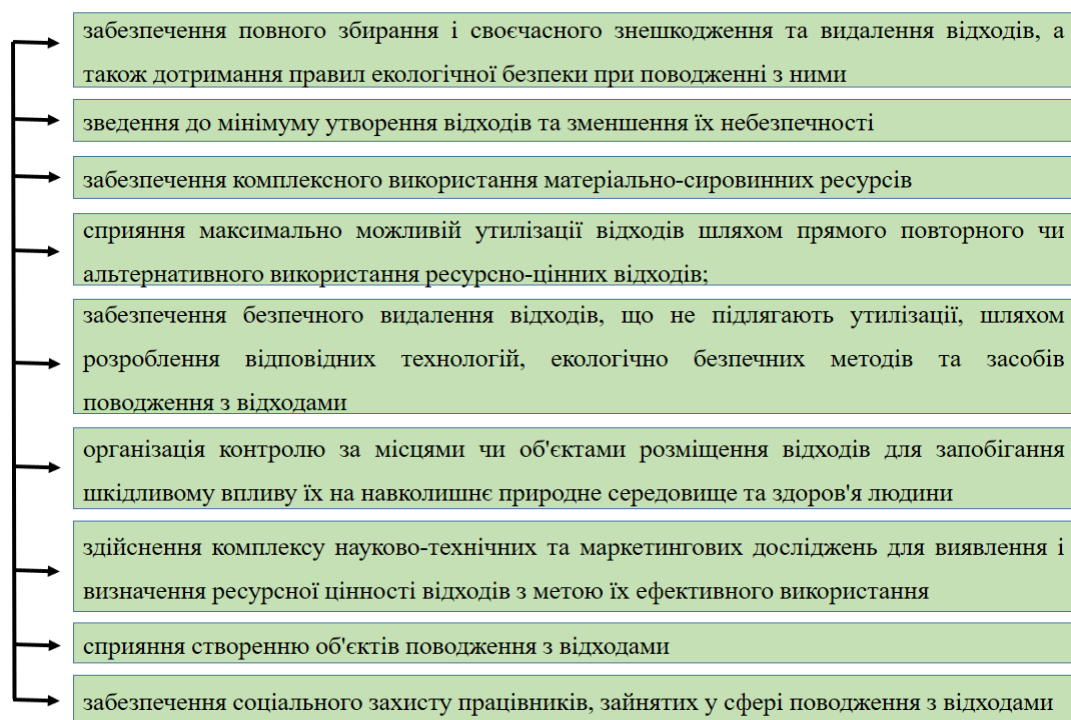


Рис. 1.8. Основні напрями державної політики щодо поводження з відходами

Структура поводження з відходами, яка існує на сьогодні повністю не реалізовує економічний потенціал країни, а також не зменшує вплив на навколишнє природне середовище. Полігони, які діють на сьогодні, мають

застаріле обладнання і не в змозі переробляти відходи в тому обсязі якому необхідно.

У зв'язку із великими обсягами накопичення відходів, відсутністю ефективних заходів, що спрямовані на запобігання їх утворенню, утилізації та видалення, посилюють екологічну та економічну кризу і гальмують розвиток національної економіки.

У законодавстві України відсутнє чітке визначення «полімерні відходи». Першими спробами уряду у вирішенні питання поводження з полімерними відходами (пластиком) стали такі дії:

- прийнято рішення КМУ про скасування постанови № 915 «Про впровадження системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини», що закріплювала монопольне положення ДП «Укресресурси» на ринку утилізації тари та упаковки;
- розроблено законодавчі акти в сфері поводження з відходами, спрямованих на втілення в Україні так званої моделі розширеної відповідальності виробника [13].

Загалом система управління відходами в Україні характеризується такими тенденціями, які відображені на рисинку 1.9.

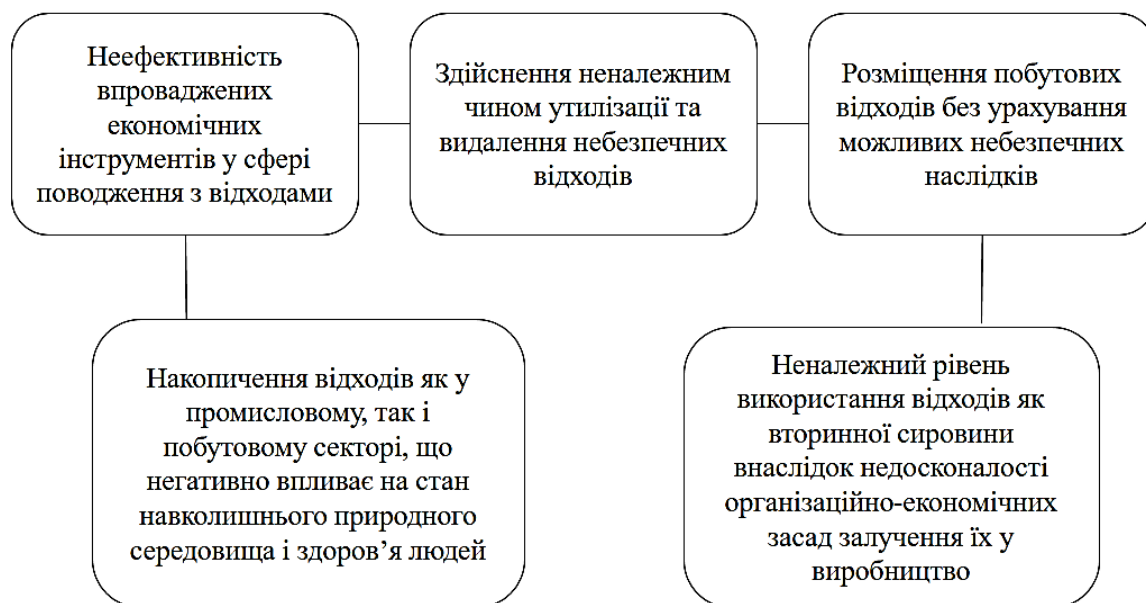


Рис. 1.9. Тенденції управління відходами в Україні

Така стратегія виділяє основні напрямки державного регулювання у сфері поводження з відходами на прийдешні десятки років, але враховуючи європейські підходи у питаннях з управлінням відходами, а базуються на основних положеннях законодавчо-нормативних документах – Директиви № 2008/98/ЄС Європейського парламенту та Ради від 19 листопада 2008 р. «Про відходи та скасування деяких директив»; Директив Ради № 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. «Про захоронення відходів»; Директиви № 2006/21/ЄС Європейського парламенту та Ради від 15 березня 2006 р. «Про управління відходами видобувних підприємств»; Директиви 94/62/ЄС Європейського парламенту та Ради від 20 грудня 1994 р. «Про упаковку та відходи упаковки»; Директиви 2012/19/ЄС Європейського парламенту та Ради від 4 липня 2012 р. «Про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО)»; Директиви 2006/66/ЄС Європейського парламенту та Ради від 6 вересня 2006 р. «Про батареї та акумулятори та відпрацьовані батареї та акумулятори» [13].

1 травня 2019 року відбулося введення нових Правил надання послуг з поводження з побутовими відходами, затверджені постановою Кабінету Міністрів України №318 від 27 березня 2019 року [12].

Відповідно до Закону України «Про відходи», поняття «поводження з відходами» включає не лише вивезення відходів на полігони, а спрямоване діяння для збору, сортування, транспортування, обробки та переробки, утилізації, видалення чи знешкодження, захоронення та попередження з утвореними відходами. В основному комунальні підприємства займаються обслуговуванням житлових будинків тобто, вони повинні звільняти накопичені відходи на території прибудинкової зони, на сьогодні активно відбувається залучення до обслуговування житлових зон організації та підприємства, які б також змогли забезпечувати утилізацію, переробку, вивезення відходів різного походження. За законом для підтвердження їх діяльності з наданням послуг по поводженню з твердими побутовими відходами, укладаються довгострокові договорами з організаціями, які займатимуться переробкою, утилізацією вивезенням побутових відходів [12].

За Законом України «Про відходи» визначається головна вимога: під час проведення різних тендерів чи конкурсів стосовно надання послуг з поводження з побутовими відходами на цей час органи місцевої влади повинні надавати перевагу тим підприємствам, що дадуть вищий рівень переробки, утилізації, транспортування твердих побутових відходів.

У березні спеціалісти із Кабінету Міністрів України внесли правки до Порядку формування тарифів на послуги з вивезення побутових відходів і закріпив за місцевою владою повноваження щодо поводження з побутовими відходами. Тепер між споживачами та підприємствами укладаються договори про основи надання послуг з поводження з твердими побутовими відходами. Якщо ця послуга є одноразовою тоді договір ускладається за дозволом чи погодження обох сторін згідно встановленої форми, яка встановлюється виконавцем, кожного місячно здійснюється оплата за надані послуги. А виплата за послуги здійснюється впродовж останнього дня місяця, і не днем пізніше, якщо ж договором не встановлено інше і рахується як за розрахункову. У платіжній квитанції чи документі вказується об'єм побутових відходів (окремо для кожного виду: тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі; якщо відбувається роздільне збирання відходів – об'єм відсортованих і зібраних саме корисних компонентів відходів в оплату не враховується), суми сплати за надання тих чи інших послуг; конкретна сума, яка сплачується [12].

Якщо вартість послуги змінюється виконавець цієї послуги повинен попереджати про цю зміну за тридцять днів, вказати причини зміни і їх обґрунтування.

У стандартному договорі також ще передбачено випадки коли споживачі можуть не сплачувати кошти за вивезення сміття, в тому випадку коли вони не проживають на території цієї відповідної зони більше тридцяти днів. Нові правки у Законі України «Про житлово-комунальні послуги» надають додаткові зобов'язання не лише на організації та підприємства, надаючи послуги із транспортуванням сміття, а й на споживачів таких послуг [14].

До цих змін у законодавстві сортування сміття розглядалося лише як одна із можливостей, на сьогодні ж у Законі України “Про відходи” чітко прописано, що власники, наймані працівники, користувачі, також і орендарі джерел утворення побутових відходів ... забезпечують роздільне збирання побутових відходів [12].

Відповідно до нових правил ціна, яка встановлюється органами місцевих влади, на вивезення різних видів відходів буде відрізнятися.

Різні ціни встановлюються на вивезення на великогабаритні, ремонтні, рідкі та небезпечні і токсичні відходи. Як наслідок, загальна сума сплачуватиметься більша, ніж за старим законодавством, тому що в цю суму включатиметься сам процес вивезення сміття плюс за витрати на його переробку та утилізацію. Загальна сума, що сплачується за надання послуг з поводження з твердими побутовими відходами є сумою тарифів на послуги транспортування, переробки та утилізації побутових відходів.

Нова процедура врегулювання поводження з відходами з постачальниками послуг економить витрати, оскільки вивозить сортувані відходи майже безкоштовно. При збиранні кількості вивезеного сміття воно не включатиметься до кількості сміття, яке мешканці вивезуть із контейнерів для роздільного збору сміття (відповідно для скла, пластику, паперу тощо).

У випадку запровадження роздільного збору твердих побутових відходів для встановлення ціни чи тарифів на різні послуги пов'язані з поводженням побутових відходів, витрати на експлуатаційні цілі, на управління корисними компонентами відходів, що збираються окремо (сортуються), не враховуються [15]. Якщо лише контейнери будуть розташовані біля будинків для різного сміття, кожен житель повинен заплатити за вивезення. Однак, якщо є накопичувальний бак для роздільного збору сміття, в нього буде викинуто принаймні половину сміття, тому за вивезення сміття потрібно сплатити вдвічі менше. Відсортовані відходи вивозитимуться для мешканців безкоштовно, адже постачальник послуг з таких відходів передаючи їх сортуваними він може отримати дохід як завориннусировину. Це дозволить оплатити транспортування цих відходів до станції переробки.

Співвласники багатоповерхових будинків також можуть організувати вивезення сортованих відходів та доставляти їх на утилізацію чи переробку. Зазвичай кошти, зібрані на це, включають не лише транспортні витрати, але й дозволяють залучити кошти на житлові потреби. Така система збору відходів є ефективною і може призвести до того, що переробна промисловість щороку втрачатиме багато ресурсів, зокрема макулатури та картону від 500...600 тис. т, скла – 1 млн. т та полімерів – 600 тис. т. В результаті отримуємо погіршення умов навколишнього середовища [16].

Досвід розвинутих країн показує, що впровадження відходів в економічний цикл є важливою частиною ВВП і створює достатні можливості для працевлаштування.

Галузь переробної промисловості потребує постійно оновлення сировини, джерелами якої є системи збору, переробки, утилізації та знешкодження. Сортування, переробка, та утилізація відходів пластику як вторинна сировина ще не повністю розраховані на національному рівні. Потенціал відходів від паковальної галузі як сировина може замінити основні ресурси та відіграти головну роль у розвитку економіки нації, допомагаючи економити ресурси та забезпечуючи незалежність сировини, створюючи тим самим додатковий потенціал експорту. Ці відходи можна використовувати у виробництві продуктів промисловості та будівельних матеріалів. Найкраще використовувати їх широко так є більш ефективну економічність, щоб забезпечити належний збір та придбання уже використаної упаковки як вторинний ресурс [16].

1.5.2. Вимоги, що встановлені до поводження з полімерними відходами згідно Угоди про асоціацію з ЄС

За угодою із Європейським Союзом передбачено впровадження національної Директиви про відходи, де зазначено ряд вимог до управління відходами домогосподарств: до кінця 2020 року підготувати до повторного використання та переробки відходів папір, метал, пластик та скло, з

домогосподарств та з інших джерел, якщо їх потоки відходів подібні до відходів з домогосподарств, має бути збільшена щонайменше до 50 % за вагою [17].

Відповідно до ст. 8 Директиви ЄС №2008/98/ЄС поводження з відходами відбуватиметься за новим і сучасним методом, що передбачатиме на законодавчому рівні закріплення щодо дотримання відомого принципу «розширеної відповідальності виробника». Запровадження і закріплення на законодавчому рівні такого принципу може надати можливості для приведення українських нормативних актів у сфері поводження з відходами з відповідністю до Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, таким чином створивши доцільну законодавчу базу для встановленої регуляції та ефективності галузевого функціонування. Для українців запровадження європейської моделі стосовно поводження з твердими відходами буде мати як екологічну, так і економічну ефективність [18].

Відповідно до принципу "Розширеної відповідальності виробників", виробники та імпортери ПЕТ-упаковки, звичайної упаковки та товарів в упаковці повинні нести відповідальність за ефективність переробки пластикових відходів; сплати податку з процесу реалізації ПЕТ-упаковки, звичайної упаковки та подібних видів відходів пластику; вироблення стимулу споживачів відповідно до принципу (чисто не там де сміять, а там де прибирають) [19].

Процес рециклінгу пластикових відходів це процес відновлення корисного пластику до природного життєвого циклу, переробка пластикових відходів повинна проводитися за різними методами.

1.6. Ситуація із забрудненням пластиком під час пандемії в Україні

Під час запровадження карантину загальні обсяги твердих побутових відходів сміття зросли, незважаючи на те, що загальна маса дещо зменшилась. Збільшення загальних обсягів сміття експерти вважають відбулося в основному за рахунок відходів пластику та паперу, завдяки малій масі, тому і здатні займати вагомий об'єм серед відходів.

Влада прийнявши рішення заборонити роботу кафе, ресторанам тощо,

в посиленій роботі змушені були працювати служби доставки, що і призвело до збільшення відходів в більшості за рахунок одноразового пакування, яке не підлягає переробці.

Під час такого періоду, провели експеримент-дослідження, яке було організовано громадською організацією, дослідницькою агенцією та міжнародною спілкою "Zero Waste Europe" [20]. У зв'язку з цим вони розробили декілька практичних порад:

- Рекомендовано використовувати багаторазовий посуд, навіть під час ретельного миття такий посуд залишається цілком безпечним для користувачів, а відходи при цьому не утворюється.
- Купувати продукти харчування без пакування, за результати багатьох досліджень, на пакуванні, в якому загортають їжу, залишається надзвичайно багато відбитків і перш ніж, ця упаковка потрапить до користувача, її можуть торкнутись дуже багато людей, а оскільки на пластику шкідливі мікроорганізми живуть ледь не найдовше, то і немає чого пакувати їжу та створювати ще більше сміття немає.
- Рекомендовано використовувати власну тару, адже коли людина замовляє каву у власному горнятку, шанси на передачу інфекції зменшуються у кілька разів, як альтернатива можуть бути одноразові стаканчики, але і тут є нюанси - вони довгий час лежать на відкритій ділянці і також можуть пройти через багато рук, що робить їх небезпечнішими.
- Рекомендовано надавати перевагу пластиковій упаковці, що може буде перероблена [20].

1.7. Висновки до розділу

Таким чином, навіть при зацікавленості влади перемогти пластиковий бум непросто. Дуже важливо не піддаватися популярним методам усунення проблеми наприклад, існує думка, що досить замінити звичайний пластик на той, що є біорозкладним, і потім відходи зникнуть самі собою (наприклад, опале листя

взимку).

Існують полімери, що на 100% складаються з органіки – крохмалю, кукурудзи, але на ринку вони практично не представлені. Для того, щоб їх вводити, потрібно враховувати те, що на звалища додатково потрапить величезна маса органіки, що виділяє агресивний газ – метан. Це допустимо, коли налагоджений збір органічних відходів з метою виробництва компосту та біогазу, але в умовах сміттевої системи, де 99% сміття йде на смітник, це неприйнятно.

Також деякі вчені дослідили, що заміна пластикових пакетів на паперові є малоефективним способом, адже, якщо вони виготовляються з деревини, це вже залишає вагомий екологічний слід. Тому необхідно оцінювати в комплексі, яких збитків довкіллю завдає виробництво того чи іншого типу упаковки. Підраховано, що повна заміна поліетиленових пакетів на паперові збільшить площу лісових вирубок на 15%.

Голландський стартап у 2018 році вирішив очистити Тихоокеанську сміттеву пляму. Із Сан-Франциско в океан вирушила плаваюча установка – 600-метрова U-подібна труба з підводним «ковшем» для уловлювання сміттєвих частинок. Екологи скептично оцінили діяльність установки, приймаючи думку, що мікропластик зібрати він не допоможе, а лише зашкодить живим організмам. Що ж стосується переробки, то вона не вирішує проблему «побічних ефектів» виробництва. Багато товарів створені так, що складові їх матеріали не можна відокремити один від одного (наприклад, папір, пластик і алюміній в упаковці «тетрапак»), тому не всі можна переробити. Або ж якість сировини швидко погіршується, через це кількість циклів компресії-термообробки лімітовано. Тому більшість видів пластику можна переробити не більше п'яти разів. Існує думка одного вченого: якщо вдалося з пляшки зробити іншу пляшку, немає ніякої гарантії, що вона не потрапить у навколишнє середовище, можна виловлювати сміття з океану, переробляти його, але все є боротьбою з наслідками. Якщо зупинитися на цьому, то зростання обсягів забруднення не зупинити тому, що проблема не в самому пластику, а в тому, що багато предметів ми використовуємо тільки один раз.

РОЗДІЛ 2

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Полімери широко використовуються в світі, як для пакувальних матеріалів, так і для виготовлення товарів народного споживання, в тому числі і будівельних матеріалів. Упаковка народилася ще до всякого виробництва. Спочатку вона була одноразовою. Однак у міру переходу до цивілізації частка багаторазових вмістилищ безперервно зростала. Вихідними її функціями були транспортування і зберігання: з рідинами і сипучими тілами звертатися без допомоги тари взагалі неможливо. Упаковка перетворилася в засіб виробництва – перебування в ній продукту протягом певного терміну стало необхідною технологічною операцією. Але перемога товарної економіки поклала на упаковку зовсім нову місію, що стала в наш час мало не головною – рекламу і просування. Упаковка стала обличчям товару. Відтепер основними вимогами до неї стали привабливість і впізнаваність. Однак за все доводиться платити. В одній тільки Німеччині 10 років тому вироблялося 20 млн. Пластикових стаканчиків для йогурту щодня. У 2010-х роках європейські країни споживали 100-150 кг одноразової упаковки на душу населення в рік. У США ця цифра наближалася до 200 кг. Однак дешеві і технологічні пластики виявилися ксенобіотиками – речовинами, нездатними включитися в природні геохімічні цикли.

На повітрі і сонячному світлі вони ще сяк-так розкладаються (слід зауважити, що продукти такого розкладу часом створюють більше проблем, ніж вихідний пластик), в позбавленій ж кисню і ультрафіолетових променів товщі сміттєзвалища зберігаються вічно. Звичайно, практично всі полімери горючі, і у свій час розвинені країни зробили ставку на сміттєспалювальні заводи, які дозволяли не тільки позбавлятися від відходів, а й отримувати додаткову енергію. Але виявилось, що добитися гарантованого повного згоряння мокрого, брудного, перемішаного з харчовими та іншими відходами пластику неможливо навіть з

кисневим поддувом. Неповне ж згоряння перетворює такий завод в постійне джерело цілого букета унікальних токсинів і канцерогенів (особливо при згорянні хлоровмісних пластиків, складових величезну частку пакувального матеріалу). До того ж гарячі гази захоплюють з собою в атмосферу масу шкідливих речовин - зокрема, важких металів. З усіх випущених пластиків 41% використовується в упаковці, з цієї кількості 47% витрачається на упаковку харчових продуктів [18].

Іншим шляхом боротьби з відходами полімерів є перетворення їх у вторинну сировину. Однак перше, що для цього треба – розділити їх, що не завжди можливо навіть теоретично. Так, ламінований картон можна розділити на целюлозу і поліетилен, а придумати спосіб його утилізації цілком досі не вдається.

Кожен з цих шляхів має перспективи, але кожен потребує додаткових витрат. Наприклад, в алюмінієві банки з пивом на частку упаковки доводиться до трьох чвертей роздрібної ціни [18].

У роки реформ Україна почала надолужувати згаяне - виробництво упаковки в країні невинно зростає з 1993 року, та й обсяги імпортової упаковки досить великі. Однак імпортувати сучасну упаковку або навіть лінію для її виготовлення виявилось незрівнянно простіше, ніж культуру поводження з нею - від технології відбілювання макулатури до психологічної готовності громадян возитися з поділом побутового сміття. І хоча обсяги споживання пакувальних матеріалів в Україні до цих пір відрізняються від європейських у кілька разів (втім, це в середньому по країні - московська агломерація, наприклад, вже досягла європейських показників), проблема їх подальшої утилізації стоїть тут не менш гостро. В Україні все лісові масиви і річки засмічені пластиковими пляшками [20].

На сьогодні проблем, які пов'язані з утилізацією полімерних відходів, достатньо багато. Їх переробка має актуальне значення як для охорони навколишнього середовища, так для економічного потенціалу, оскільки пов'язана з тим, що в умовах дефіциту полімерної сировини відходи пластмас стають потужним сировинним і енергетичним ресурсом [21, 22]. Хоч вони і мають свої

специфічні особливості, але не можна сказати, що вони є нерозв'язними. Проте рішення таких проблем є неможливим без певних заходів, що відображені на рисунку 2.1.

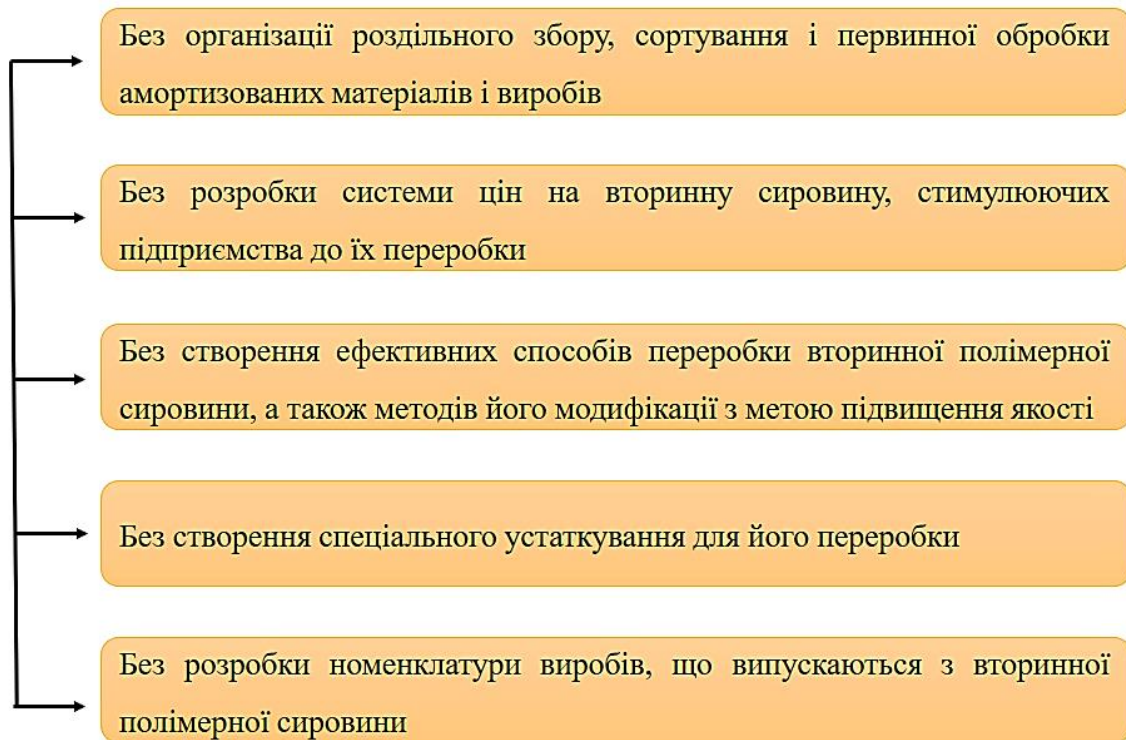


Рис. 2.1. Заходи, що допоможуть вирішити проблеми пов'язані з полімерними відходами

Для того, щоб впровадити такі заходи необхідні чималі фінансові затрати. Обробка та знищення полімерних матеріалів у п'ять разів перевищує витрати на обробку та знищення більшості промислових і побутових відходів. Тому що полімери мають особливі характеристики, що ускладнюють способи утилізації відходів. З кожним роком збільшується чисельність зібраних відходів, так і збільшується відсоток відходів, які піддаються вторинній переробці. Таким чином, захоронення полімерних відходів зменшується.

Згідно з дослідженнями вчених, необхідно близько 80-100 років для повного розкладання пластику. За такий період в середовищі накопичуться нові пластикові відходи, їх деградація триватиме ще десятки і сотні років.

Пластикові відходи швидко накопичуються і займають великі території як у містах, так і за їх межами, і як наслідок, на таких ділянках нічого не зможе рости. З кожним роком розвивається виробництво все нових пластикових пакувальних матеріалів. Якщо загальна кількість упаковки зростає на 5% щорічно, то на частку пластикової тари припадає аж 11%. Незважаючи на позитивні сторони застосування пакувальних матеріалів, така тенденція негативно впливає на стан навколишнього природного середовища [23].

Країни Європи визначають такі основні напрямки регулювання переробки з відходами пластику: а) зменшення виробництва, б) переробка того що вже вироблено, в) спалювання й захоронення того, що не підлягає переробці. Згідно угоди про асоціацію України з ЄС (згідно з додатком 1 до неї) є впровадження таких основних директив поводження з відходами:

- Директива 2008/98/ЄС про відходи (що виступає як рамкова) [24];
- Директива 1999/31/ЄС про захоронення відходів [25];
- Директива 2006/21/ЄС про управління відходами видобувної промисловості [26].

2.1. Принципи реформування управління відходами

Засади в економіці із замкненим циклом є приклад відповідного економічного розвитку, який заснований на процесі відновлення та раціонального споживання природних ресурсів, а це є альтернативою традиційному. В такій моделі застосовуються економічні підходи для того, щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє природне середовище, а також створення виробництва без відходів та реалізації мети та завдань стратегії сталого розвитку [27].

Ієрархія управління відходами складається із п'яти ступенів (рис.2.2.), які базуються на основному завданні попередження утворення відходів або ж повторне використання (якщо такі підходи не можливі застосовують процес рециклінг). Процес рециклінгу включає переробку органічних матеріалів, не включаючи процесу відновлення енергії або переробку на матеріали, які можуть

застосовуватися як паливо. Якщо ж рециклінг не можливо здійснити, тоді використовують інші методи утилізації відходів. Процес видалення відходів, тобто їх захоронення відбувається у спеціальних місцях та знешкодження за допомогою систем, які не відповідають екологічним нормативам [28].



Рис. 2.2. Ієрархія управління відходами

Для того, щоб здійснювалося управління відходами ефективно (на національному та регіональному рівнях) необхідно розробити інтегровану інформаційну систему із доступом до ліцензій, дозволів, інформації стосовно місця для розміщення сміттєзвалищ чи полігонів, наявність для населення правдивих даних дощого стану забруднення, а також склад самих забруднюючих речовин.

Реформи реалізуються на державному, регіональному та місцевому рівнях. На основі національного плану управління відходами розробляються регіональні та місцеві плани із застосуванням методологічних підходів [28].

Ще одним фінансовим та організаційним механізмом, що сприяє підтримці для розробки та виробництва продуктів є свідомість та відповідальність виробника. Завдяки чому збільшується кількість та етапність відновлення товару і зменшується вплив на природне середовище. Такий механізм полегшує вичерпування ресурсів на протязі їх життєвого циклу, включаючи повторне використання, утилізацію без збитків для вільного обігу товарів на зовнішньому і внутрішньому ринку, а також відновлення.

Ця реформа відповідає європейському законодавству таким чином включає особливості ринку в Україні. Також включає важливі вимоги до учасників системи управління відходами, а класифікація відходів повинна повністю відповідати стандартам Європейського Союзу для того, щоб українським заводам, установам та підприємствам простіше пройти процес інтеграції у систему Європейського Союзу і спілкуватися із партнерами однією юридичною мовою [28].

2.2. Способи скорочення відходів полімерів

Скороченню технологічних відходів, що утворюються при виготовленні деталей з пластмас, сприяють такі заходи:

- Правильний розподіл наявної номенклатури виробів по обладнанню таким чином, щоб сумарні відходи були мінімальні, враховуючи, що втрати сировини при переходах з одного виробу на інший на машинах з великою продуктивністю максимальні.
- Удосконалення конструкції оснастки, вибір оптимального формуючого інструмента (прес-форм, дорнів, матриць тощо).
- Оптимізація режимів переробки полімеру, щоб запобігти його термодеструкції і отримання бракованих виробів.
- Зменшення числа переходів з одного кольору на інший як при виготовленні деталей, так і при переробці відходів.
- Установка на вентиляційну віддушину дробильних відділень

циклонів для уловлювання полімерної пилу, що утворюється при дробленні відходів.

- Організація невинного циклу роботи обладнання. Для полегшення поділу пластмасових відходів споживання у багатьох країнах виробу при їх виробництві маркують, що дозволяє ідентифікувати вид полімеру, з якого вона виготовлена.

Роздільний збір відходів споживання пластмасових деталей з урахуванням виду полімеру (а ще краще кольору) у нас в країні поки не здійснюється. Тому значна частина відходів пластмас не переробляється.

2.3. Шляхи поводження з відходами полімерних матеріалів

Виробництво і використання пластмас - один із проявів науково-технічного прогресу, так як воно сприяє зниженню витрат на виробництво багатьох виробів, експлуатаційних витрат, підвищення якості і поліпшення їх зовнішнього вигляду. Незначна маса виробів з пластмас дозволяє знизити транспортні витрати і витрати праці при монтажі великогабаритних конструкцій.

Фізико-хімічні та механічні властивості, а також економічні переваги пластмас обумовлюють їх важливу роль в хімізації господарства. Полімерні матеріали замінюють різні традиційні матеріали (метали, скло, папір, картон, шкіру).

В Україні існує такі основні шляхи поводження з відходами полімерів це утилізація і видалення. Утилізація характеризується використанням відходів як вторинних матеріальних та енергетичних ресурсів. Інші методи, що не утилізують відходи називається їх видалення [29].

Існують чотири основних методів утилізації полімерних відходів (табл.2.1).

Основні шляхи повоження з полімерними відходами

Назва методу	Характеристика
Фізичний	Змінюються форми, розмірів, агрегатний стан та деякі інші властивості матеріалу відходів за умови збереження їхнього якісного хімічного складу. Такий метод притаманний методам для переробки первинної сировини
Хімічний	Змінюються фізичні властивості та якісний хімічний склад; причому взаємодія речовин здійснюється в стехіометричних співвідношеннях, які визначаються рівняннями хімічних реакціями
Фізико-хімічний	Відбуваються взаємозв'язані фізичні й хімічні перетворення, хімічна взаємодія речовин здійснюється не в стехіометричних співвідношеннях
Біохімічний	Відбуваються хімічні перетворення за участі мікроорганізмів

Незважаючи на значні переваги повторного використання полімерних матеріалів, у такий спосіб утилізується лише невелика їх частина виводиться, що пов'язано з трудомісткістю сортування, поділу, сортування, очищення відходів (перш за все відходів побутового споживання). Тому поряд з вторинної переробкою відходів пластмас у виробі в промисловості використовуються й інші способи утилізації.

2.3.1. Захоронення пластикових відходів на полігонах

В Україні на законодавчому рівні використання полігонів та також захоронення відходів регулюються Законом України «Про відходи», Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.4-2-2005), Наказом «Про

затвердження правил експлуатації полігонів побутових відходів».

Захоронення пластику проводиться на спеціально відведених полігонах. Такий спосіб утилізації полімерів є нераціональним тому, що супроводжується тривалим забрудненням природного середовища. При цьому території повністю виводяться з господарського використання протягом багатьох років. На сьогодні в основному саме такий спосіб застосовується як єдина альтернатива іншим методам утилізації твердих полімерних відходів. Не зважаючи на умови при яких відбувається захоронення відходів, при високих температурах дуже часто спостерігається самозагорання сміття, як наслідок, у повітря виділяються шкідливі продукти горіння (чадний газ, оксиди азоту, діоксини тощо) [30].

Захоронення відходів пластмас – найменш доцільний спосіб їх видалення, так як завдає прямої шкоди навколишньому середовищу і призводить до нераціонального використання природних ресурсів. На відміну від спалювання поховання відходів пластмас не дозволяє використовувати потенційні енергетичні ресурси, що містяться в полімерах.

При захороненні на полігонах пластики не розкладаються і завдають величезної шкоди ґрунтам, які насичують токсичними елементами, які потім просочуються у підземні, ґрунтові води, змінюючи її склад, і потім така вода може стати непридатною для споживання. Аналізуючи стан забруднення підземних і ґрунтових водна місцях полігонів та сміттєзвалищах можна сказати, що вміст забруднюючих речовин перевищує ГДК. А міграція елементів триває довгий час, навіть після закриття полігонів [31].

Ще однією небезпекою для життєдіяльності живих організмів на полігонах є розвиток патогенних мікроорганізмів, які є збудниками туберкульозу, різних гепатитів, дифтерії, викликають алергії тощо [32].

У спекотний період часу відбувається інтенсивне випаровування небезпечних речовин, таких як: ртуть, миш'як і інші летучі важкі метали, газоподібні сполуки хімічних реакцій в тілі звалищ, також виникає проблема парникових газів при розкладанні пластику на полігонах чи сміттєзвалищах, таким чином впливаючи на негативні зміни кліматичних умов [31].

При захороненні відходи під впливом фізико-хімічних факторів та зовнішніх сил змінюються. Внаслідок чого утворюються токсичні і небезпечні речовини, які становлять небезпечне середовище для життєдіяльності людини [31].

Можна сказати, що несанкціоновані полігони і сміттєзвалища є могутнім джерелом небезпеки екології. Внаслідок відсутності сучасних технологій переробки відходів відбувається все більше накопичення відходів на ділянках полігонів.

2.3.2. Спалювання відходів полімерів

Спалювання полімерної тари робиться без сортування сировини по видах. Цей метод не має негативної дії на надра землі і не зв'язаний зі збільшенням поверхні землі, яка стає непридатною для життєдіяльності живих істот. Але при спалюванні пластикової упаковки утворюються токсичні газоподібні продукти, що мають здатність формувати озонові діри і стимулювати розвиток парникового ефекту. Щоб виключити згубний вплив на зовнішнє середовище, потрібно установку спеціального очисного устаткування. Через високу ціну такого обладнання спалювання полімерів переробними заводами [33].

Внаслідок спалювання пластикових відходів знижується їх обсяг та об'єм, утворюється енергетичні ресурси, вони можуть використовуватися для отримання електричної енергії та централізованого опалення. Для безпечного спалювання необхідно дотримуватися основних умов – температура, при якій відбувається спалювання та тривалість; присутність повітря для того, щоб повністю відбулося спалювання тощо [33].

Спалювання відходів пластмас – найменш ефективний спосіб їх видалення та знешкодження, так як при цьому повністю руйнується дорогий полімер і інші компоненти пластика. Воно застосовується при переробці відходів пластмас тільки в тих випадках, коли інші способи з технічних чи економічних причин не можуть бути використані. Зокрема, спалення відходів пластмас використовують,

коли їх виділення з суміші інших відходів неможливо або занадто дорого.

Конструкції печей, використовуваних для спалювання відходів пластмас, можуть бути самими різними, але повинні враховувати особливості горіння цих матеріалів. Під час горіння відходів пластмас в печі створюється висока температура, що вимагає спеціальних заходів захисту. Крім того, необхідно оснащення печей системами допалювання, очищення та обробки димових газів, так як при горінні пластмас утворюються такі токсичні гази, як аміак, оксиди азоту, хлористий водень, діоксини та ін.

Дуже перспективна переробка відходів пластмас піролізом, в результаті якої з пластмасових відходів при 425 ° С отримують паливо, на 95% складається з рідких вуглеводнів і на 5% з горючого газу. Застосування цієї технології для переробки пластмасових відходів економічно вигідно. Установа, переробна 11,3 тис. т/рік відходів, окупається за три роки. Використання цих установок доцільно лише в районах з ресурсами відходів не менше 465 тис. т/рік.

Модернізована двох-камерна установка для спалювання пластику, яка може вирішити проблеми його утилізації, тобто утилізувати так, що викиди небезпечних речовин не перевищуватимуть ГДК, а енергія, що виробляється перетворюватиметься в електричну. Система роботи такої установки побудована таким чином, що відходи спочатку потрапляють у першу камеру, претворюючись у газ завдяки процесу піролізу; потім такий газ потрапляє в другу камеру і згорає за рахунок окиснювача. Внаслідок процесу утворюється тепло (застосовується для підтримки горіння і камері) і пар (йде на генерацію електричної енергії) [34].

На сьогоднішній день в Україні діє один санкціоноване сміттєспалювальне підприємство, певна річ, що його не достатньо. Проблемою є те, що відходи необхідно вивозити за межі житлових зон, а це відстань більше 30 км і звідси є не вигідним. Спалювання біля сміттєзвалищ, що утворені на території населених пунктів несе загрозу для здоров'я населення і забруднює середовище. Отже, необхідно створювати досконалу логістику, перед тим, як спалювати пластик необхідно знати його типи і склад.

Заводи і підприємства, які займаються спалюванням відходів обов'язково повинні мати системи очищення і також продукти, що утворюються як викиди – утилізувати [35].

У світі нараховується близько 2,5 тис. сміттєспалювальних заводів.

Серед сміттєпереробних підприємств окреме місце займають сміттєспалювальні заводи, які утилізують відходи шляхом їх спалювання. Це найбільш поширений тип сміттєпереробних підприємств в розвинених країнах. У США, наприклад, функціонує близько 500 заводів, в Німеччині та Франції понад 100 в кожній. Серед мегаполісів світу найбільшу кількість таких заводів в Пекіні – 32.

На рисинку 2.3. показано рівень спалювання відходів в Україні порівняно із іншими країнами.

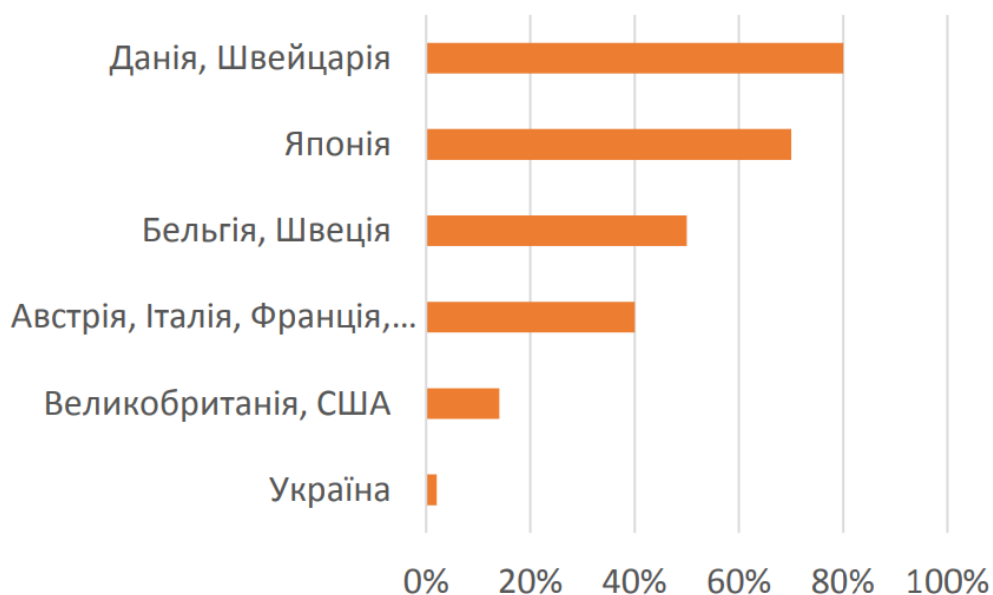


Рис.2.3. Рівень спалювання ТПВ у різних країнах

В Україні з п'яти сміттєспалювальних заводів в Україні працює лише київська «Енергія» (рис.2.4.) який утилізує близько 25% від всього сміття, що утворюється за добу і звичайно одного такого підприємства недостатньо.

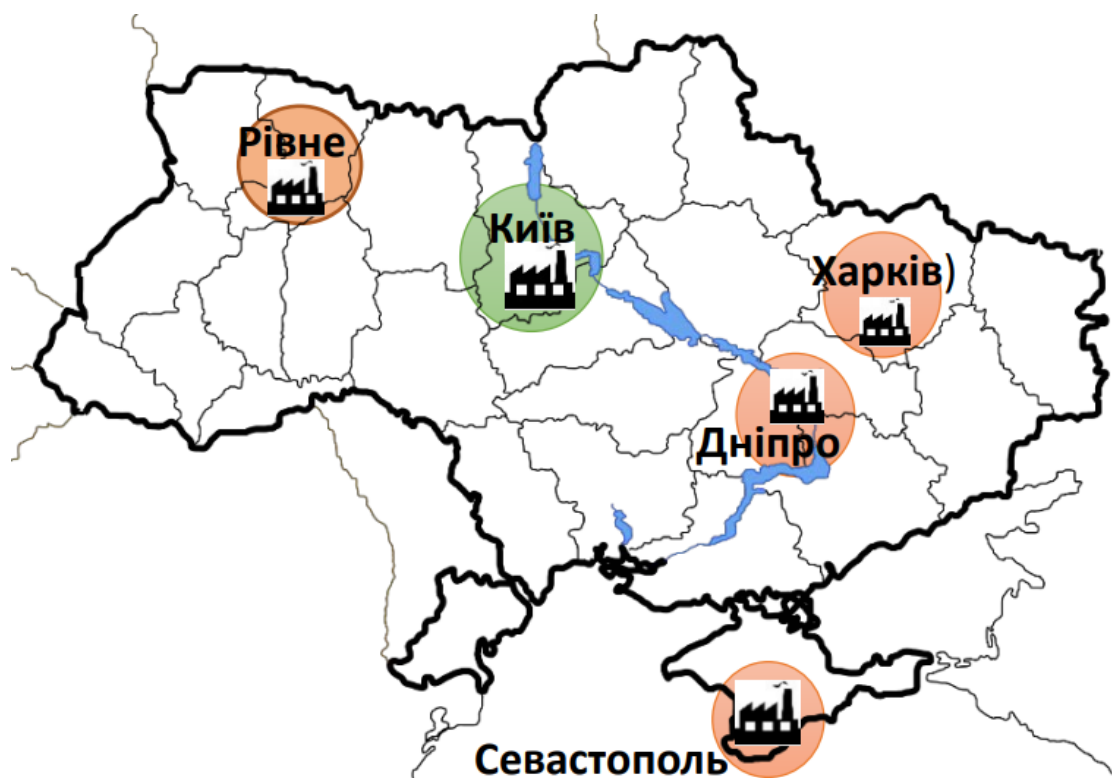


Рис. 2.4. Сміттєспалювальні заводи в Україні

Завод «Енергія» в Києві був введений в експлуатацію в 1987 році. Щодня це підприємство переробляє 750 тонн твердих побутових відходів, що складає близько 25% від загальної кількості міського сміття. В результаті спалювання відходів завод виробляє до 200 тис. Гкал теплової енергії, яка використовується для опалення та гарячого водопостачання 80 тис. Квартир на столичному житловому районі «Позняки». При цьому, спалювання сміття як альтернативного виду палива, дозволяє щорічно економити до 30 млн. Куб. м природного газу. Як і на інших українських заводах, на підприємстві гостро стоїть питання впровадження хімічного очищення димових газів.

Спалювання відходів неподалік житлових зон шкодить здоров'ю, тому що в атмосферу виділяються токсичні речовини (чадний газ, діоксини, важкі метали тощо).

Особливістю процесів горіння полімерів є те, що великі за розміром молекули полімерів не можуть переходити в газовий стан. У продуктах горіння містяться токсичні речовини. Горіння більшості полімерів лімітується процесами масотепловіддачі і визначається умовами дифузії горючих продуктів розкладу і кисню повітря та їх змішування. Тому горіння полімерів має дифузний характер.

Розподіляють небезпечні продукти, які утворюються під час згоряння полімерних матеріалів за класами небезпечності, що відображені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Розподіл небезпечних продуктів згоряння полімерних матеріалів
за класами небезпечності

Клас полімерних матеріалів	Продукти 1 класу небезпеки	Продукти 2 класу небезпеки	Продукти 3 класу небезпеки	Продукти 4 класу небезпеки
Поліуретани	HCN	C ₆ H ₆ , HCHO	NO ₂	CO, CO ₂ NH ₃ CH ₃ CO CH ₃
Поліолефіни	-	HCHO	-	CO, CO ₂ CH ₃ CO CH ₃
Полівінілхлориди	C ₂ H ₃ Cl	HCl, C ₆ H ₆ , C ₂ H ₂ Cl ₂ O	HCl	CO, CO ₂
Полістирол	-	CHON	C ₆ H ₃ CH ₂	CO, CO ₂ ,
Полієфіри	HCN	C ₆ H ₆ , HCl	C ₆ H ₅ – CH ₃ , C ₃ H ₇ CH= CH ₂ NO _x	CO, CO ₂ NH ₃
Полікарбнати	HCN	C ₆ H ₆ , C ₆ H ₆ OH	NO _x	CO, CO ₂

Результати кластеризації представлені у вигляді графіків на рисунку 2.5.

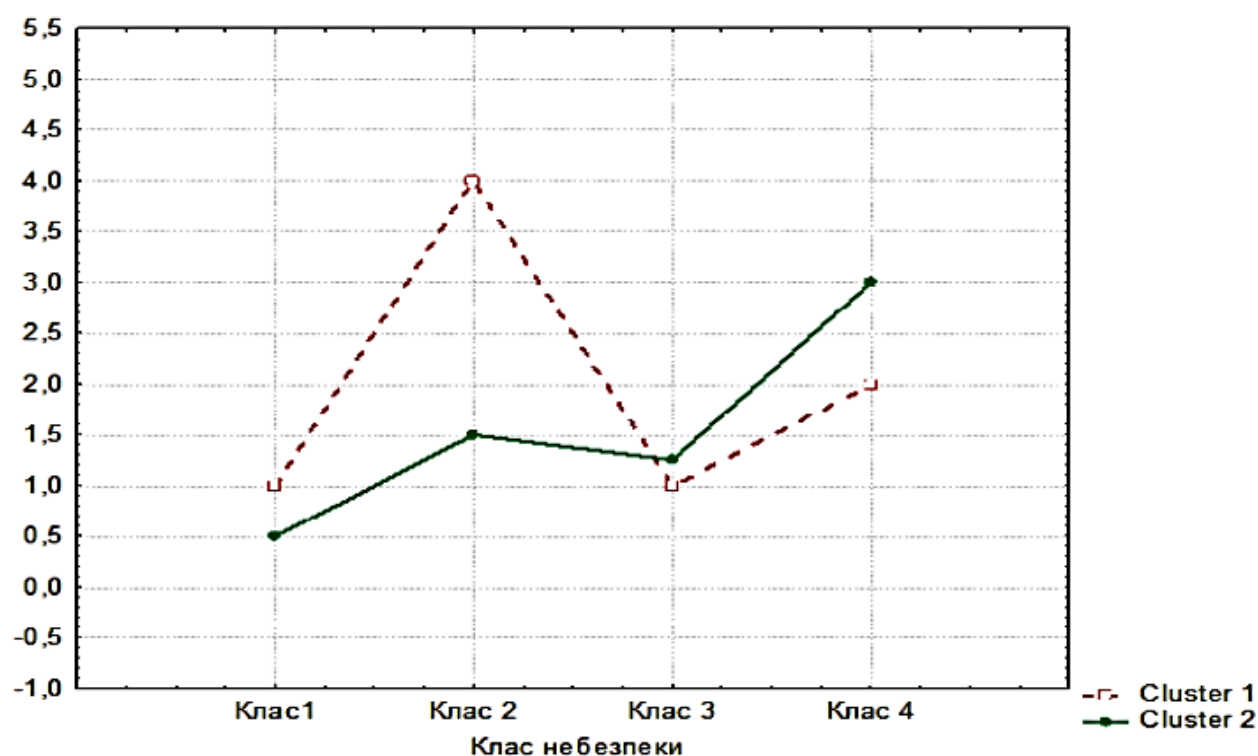


Рис. 2.5. Результати кластеризації полімерних матеріалів за класом небезпеки продуктів їх згоряння, по осі у надані відстані, які дорівнюють середнім значенням кількості продуктів згоряння для кожного класу

Вони можуть викликати порушення роботи серцево-судинної системи, посилюють респіраторні захворювання, можуть провокувати висипання різного характеру, отруєння тощо.

Найбільш небезпечною токсичними речовинами є діоксини, що мають здатність накопичуватися в організмі тривалий час, а то і постійно, порушуючи роботу нервової, імунної, гормональної систем, і можуть стати причиною появи ракових захворювань. Також не менш небезпечною токсичною речовиною є монооксид вуглецю. Дуже подразнює нервову систему, появляється втома, головний біль, нудота [36]. При спалюванні полімерів, необхідно бути дуже обережним і потрібно знати особливості різних полімерів при їх горінні, щоб розрізнити ці особливості представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Особливості горіння полімерів

Полімер	Поведінка при горінні	Запах при горінні
Поліетилен, Поліпропілен	Горить блакитним полум'ям з жовтою верхівкою, мало диму, краплі розплаву	Палаючого парафіну
Полівінілацетат	Горить жовтим з іскрами полум'ям, коптить	Оцту
Полістирол	Горить оранжево-жовтим світиться полум'ям, сильно коптить	Квітковий
Полімет- метакрилат	Горить з потріскуванням синім полум'ям, коптить	Квітково-плодовий
Целюлоза	Горить жовтим полум'ям, слабо коптить	Горілого паперу
Поліетилен-терефталат	Горить жовтим світиться полум'ям, слабо коптить	Солодкуватий
Полікарбонат	Горить жовтим світло. дроз. полум'ям, слабо коптить, при винесенні з полум'я повільно загасає	Слабкий запах фенолу
Поліформальдегід	Горить синюватим полум'ям, краплі розплаву	Різкий формальдегіду
Полівінілхлорид	Горить зеленим з блакитною верхівкою полум'ям, при винесенні з полум'я загасає	Різкий

При спалюванні полімерів в атмосферне повітря потрапляють залишки пилю, у складі якого можуть бути токсичні метали (свинець, мідь, ртуть, кадмій, мишьяк тощо). Внаслідок чого в організмі людини підвищується тиск, виникають проблеми із серцем. При накопиченні металу свинцю пошкоджуються нирки та головний мозок. Дуже часто після спалювання пластику люди захоронюють попіл в саду або городині, а овочі та фрукти поглинають токсичні елементи потрапляють до організму. А коли іде дощ ці речовини потрапляють у підземні, ґрунтові та поверхневі води. Спалювання відходів людьми є незаконним і цей процес згубного впливає на здоров'я людини [36].

2.3.3. Вторинна переробка полімерних відходів

Вторинна переробка (процес рециклінгу, повторна переробка, утилізація) – це процес повторного викорисюування чи повернення у кругообіг сміття або відходів виробництва. Головним завданням рециклінгу є вирішення проблем недостатності ресурсів, зменшення вартості готового товару внаслідок використання дешевшої сировини і боротьба із забрудненням навколишнього природного середовища [31].

Найбільш раціональний спосіб утилізації відходів пластмас - це їх повторне використання за прямим призначенням. Капітальні витрати при такому способі утилізації невеликі. При цьому не тільки досягається ресурсозберігаючий ефект від повторного залучення матеріальних ресурсів у виробничий цикл, а й істотно знижуються навантаження на навколишнє середовище.

У разі якщо є ринок збуту продуктів переробки, здійснені безперервність і регулярність надходження відходів, розроблена економічна технологія їх переробки, а надходять відходи стандартизовані, має сенс створювати спеціалізовані підприємства з переробки відходів. Якщо кількість полімерних відходів невелика, то доцільно передавати їх на переробку підприємству - виробнику первинної продукції. На сьогодні в Україні не раціонально йде розподіл вторинних полімерів, для виготовлення нових товарів (рис.2.6., рис.2.7.).

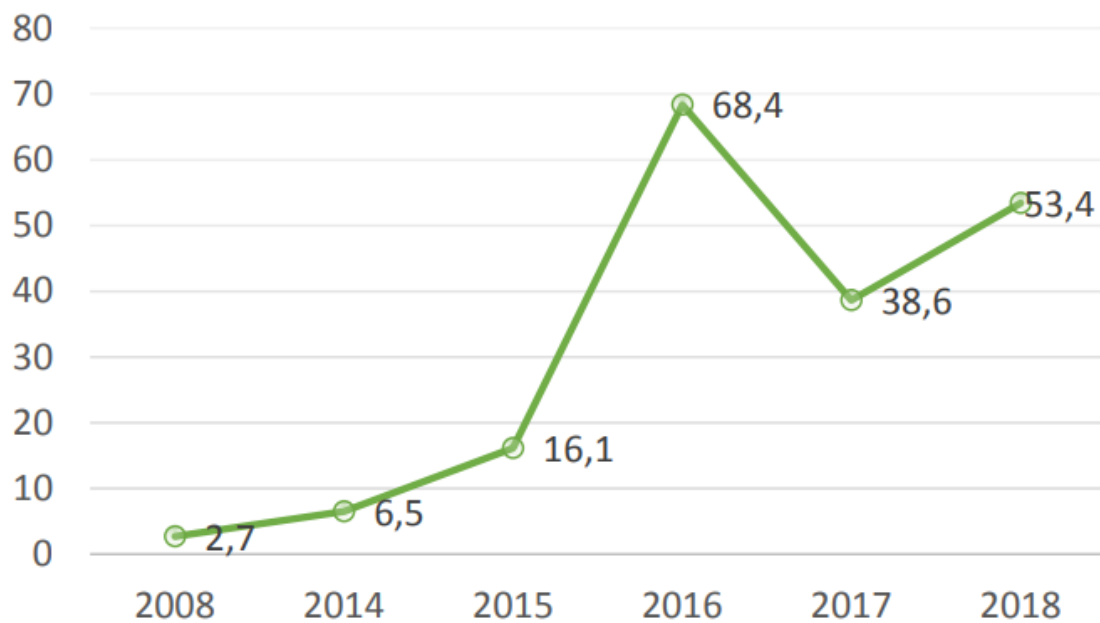


Рис. 2.6. Імпорт вторинних полімерів в Україну, тис.тонн

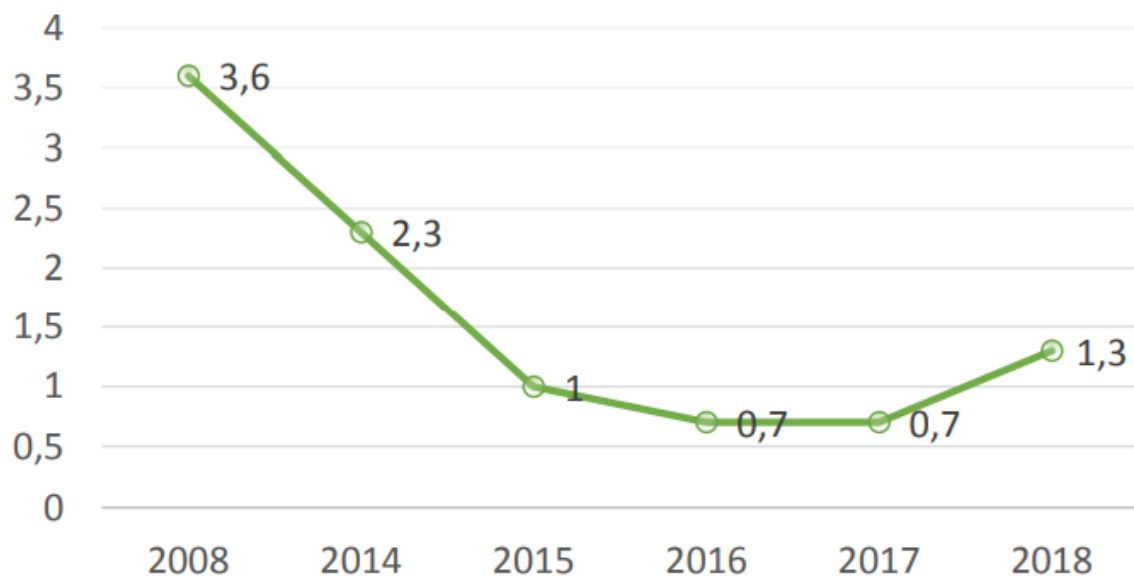


Рис. 2.7. Експорт вторинних полімерів з України, тис. тонн

В даний час найбільш поширеним методом переробки є механічний рециклінг, в результаті якого утворюється гранулянт, який може використовуватися для повторного виробництва пластику. У Європі, Японії, США близько 90% використовують для утилізації пластику саме механічний рециклінг [37].

Процес вторинної переробки відходів пластику в основному складається з таких стадій, які відображені на рисунку 2.8.

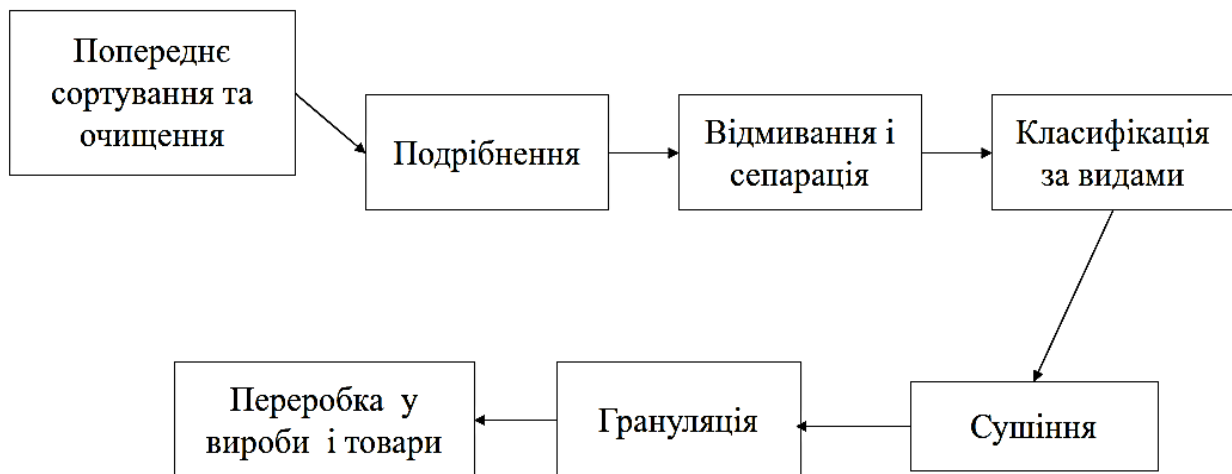


Рис. 2.8. Стадії вторинної переробки відходів

Перший етап вторинної переробки заключається у сортуванні відходів. Таке сортування відбувається за зовнішнім виглядом, відділяються непластмасові компоненти, залишки паперу, деревні та металеві предмети тощо.

На другому етапі відбувається подрібнення (1 або 2 стадії), до того моменту поки розміри частинок будуть достатні для подальшої переробки. Найбільше ефективно подрібненню піддається крихкий полістирол, а найменше ефективно фторопласт [32].

На третьому етапі подрібнені матеріали відправляються на процес відмивання від різних органічних та неограних забруднень завдяки різним розчинникам, засобами для миття і водою. Під час такого процесу відходи пропускають через магнітні сепаратори таким чином, відділяються металічні домішки, а домішки кольорових металів відділяють електро-сепараторах [32].

Четвертий етап залежить від обраного методу розділення відходів за видами пластику. Використовуючи мокрий метод, тоді відразу розділяють відходи, лише потім висушують. Якщо ж використовують сухий метод, спочатку відходи висушують, потім класифікують. Якщо є необхідність після процесу сушіння змішують із барвниками, наповнювачами, стабілізаторами тощо і піддають грануляції. Також дуже часто на даному етапі відходи змішують із товарним полімером [32].

Останнім етапом є переробка утвореного грануляту у придатний товар чи виріб, такий етап зобов'язує корегувати режими переробки.

Такі стадії вторинної переробки є дороговартісним і трудомістким процесом, тому їх застосування приміняється в основному для відходів споживання, в інших випадках є обмеженим [33]. Існує чимало способів рециклінгу пластикових відходів (табл.2.4).

Таблиця 2.4

Фізико-хімічні методи процесу рециклінгу

Назва методу	Короткий опис
Гідроліз	Полягає в розщепленні полімерів кислотами з одночасним впливом на переробляє сировину високих температур. Найбільш поширений такий спосіб рециклінгу пластику за кордоном. Існують різні способи гідролізу – найбільш ефективні, дорогі, із застосуванням каталізаторів.
Гліколіз	Полягає у застосуванні спеціальних спиртів. До їх складу входять гідроксильні групи. Для здійснення необхідної реакції потрібно дотримати дві умови: підтримувати високий температурний режим і грамотно підібрати каталізатор.
Метаноліз	Полягає в глибокій полімеризації і розщепленні пластику з використанням етанолу. Без наявності спеціальних реакторів, які підтримують 15-градусну температуру і тиск 1,5 МПа, здійснити рециклінг пластика цим способом не вийде.
Піроліз	Іншими словами термічна деструкція – розкладання сировини за допомогою термічної обробки без надходження кисню. На виході – початковий мономер. Технологія такого способу дозволяє не сортувати сировину перед рециклінгом.

Вище перераховані методи рециклінгу мінімізують шкідливі викиди і кількість відходів, але для їх функціонування необхідне дороге обладнання та висококваліфікований персонал.

Залежно від якості і чистоти відходів схема може бути реалізована в повному або скороченому обсязі. Як правило, промислові відходи не вимагають виконання всіх стадій процесу, показаного на цій схемі. Побутові полімерні відходи, навпаки, потребують ретельної підготовки.

Переробка технологічних відходів термопластів повинна починатися з визначення ступеня зміни їх властивостей і вибору найбільш ефективної технології їх використання.

Висока якість готових виробів і стабільність технологічного процесу можуть бути забезпечені лише при рівномірному дозуванні подрібнених або гранульованих відходів і хорошему змішуванні їх з вихідною сировиною.

При переробці відходів на підприємствах, які виробляють вироби з термопластів, вони повертаються в основний технологічний процес.

У процесі вторинного використання пластмас необхідно запобігти або зменшити погіршення їх фізико-механічних і реологічних властивостей внаслідок старіння, викликаного напругою зсуву і нагріванням - термомеханическим впливом, якому піддаються полімери при розуміли, расплавлении і формуванні. З цією метою в композиції на основі вторинних полімерних матеріалів вводять додаткові стабілізатори, які дозволяють без зміни технологічних властивостей полімерів зберегти їх експлуатаційні характеристики.

В Україні застосовується механічний рециклінг, тобто метод, в основі якого є фізичне подрібнення матеріалів, що переробляються. При такому процесі пластик не втрачає своїх властивостей і позитивною особливістю такого методу в тому, що немає необхідності купувати дороге обладнання і наймати спеціалізованих фахівців для нього [32].

2.4. Характеристика переробки відходів на прикладі поліетилену

До основних особливостей поліетиленових відходів споживання відносяться низька насипна щільність, знижені властивості міцності і висока в'язкість розплаву. Зміна фізико-механічних властивостей вторинного поліетилену, отриманого з відходів споживання, є наслідком термоокислительного і механохімічного впливу на полімер в процесі переробки і особливо при експлуатації. Найбільша зміна властивостей відбувається саме внаслідок протікання фотохімічних процесів.

Вторинний поліетилен низької щільності, отриманий з відпрацьованою сільськогосподарської плівки, сильно відрізняється від первинного матеріалу. У таблиці 2.5 наведені властивості вихідного поліетилену і цього ж матеріалу після повторної переробки і після тримісячної експлуатації плівкового матеріалу з нього в районі з субтропічним кліматом [31].

Таблиця 2.5

Зміна властивостей поліетилену низької щільності з первинного стану, при повторній переробці і експлуатації

Показники	Поліетилен		
	Первинний	Вторинний	Після експлуатації
Вміст низкомолекулярних фракцій, %	0,1	6,2	6,2
Вміст гелю, %	-	20,0	20,0
Міцність при розтягуванні, Мпа	15,5	10,0	11,4
Відносне подовження, %	490,0	125,0	17,0
Стійкість до розтріскування	8,0	1,0	-
Світлостійкість	90,0	50,0	-

Для вторинного поліетилену низької щільності, отриманого з відходів споживання, характерна низька плинність розплаву при малих напругах зсуву. Однак її можна регулювати, змінюючи температуру і напругу зсуву.

Зниження плинності розплаву може служити критерієм для орієнтовної оцінки властивостей відходів і їх придатності для повторного використання спільно з вихідним матеріалом [29].

Головний мінус цього синтетичного матеріалу в тому, що розкладання поліетилену триває до 1000 років. Сміття ПВХ з легкістю розноситься зі звалищ вітром, потрапляє у водойми. В результаті викидання пакетів ПВХ вони можуть засмічувати водостічні каналізації, викликати загальне забруднення міст і незаселених територій. Результати досліджень показали, що майже чверть поверхні світового океану займає поліетиленовий сміття. Крім того, на його виробництво витрачається більше 4% всієї видобутої у світі нафти. Тому відходи плівки поліетилену і виробів з нього потребують спеціальних методів утилізації та переробки.

Для поліпшення властивостей вторинного поліолефіну в композицію на його основі додають мінеральні та органічні наповнювачі, ПАР та інші добавки. Так, введення наповнювача в кількості до 30% (об'ємні.) Дозволяє отримувати з вторинного поліетилену напірні труби, пакувальні плівки, багатооборотні тару і іншу продукцію. В якості наповнювача можуть бути використані дисперсні частинки будь-якої природи, в тому числі з відходів інших матеріалів, наприклад деревне борошно, гумова крихта або подрібнені відходи реактопластів.

Після сортування і дроблення відходи миються в мийній машині, після чого відділяються від води в центрифугі і висушуються в сушарці. Далі через живильник потрапляє в екструзійні преси, де суміш плавиться і перемішується, потім подрібнюється в грануляторі, в змішувачі змішується з первинною сировиною в заданих пропорціях і плавиться в пресах. Кінцевим процесом є отримання плівки з плівкового апарату [32].

Після сортування і дроблення відходи миються в мийній машині, після чого відділяються від води в центрифугі і висушуються у сушарці. Далі через

живильник потрапляє в екструзійні преси, де суміш плавиться і перемішується, потім подрібнюється в грануляторі, в змішувачі змішується з первинною сировиною у заданих пропорціях і плавиться в пресах. Кінцевим процесом є отримання плівки з плівкового апарату.

2.5. Висновки до розділу

На сьогодні перспективним шляхом утилізації (переробки) відходів полімерів є утворення проміжних матеріалів для заміни традиційним.

Основною перевагою використання вторинної сировини (полімерної) є біологічна стійкість, а саме: вони не піддаються руйнуванню за участі мікроорганізмів; тривалий час здатні перебувати у воді, таким чином, не руйнуючи своєї структури. До їх складу додають інертні домішки (пилоподібна стружка чи волокна) з метою покращення властивостей .

Збір і сортування відходів пластмас є найбільш слабкою ланкою в процесі організації переробки як технологічних відходів, так і в ще більшому ступені відходів споживання.

Ідеальне сортування відходів повинне забезпечити поділ їх не тільки за видами, марками, кольором, але і за формою, ступенем забрудненості, змістом сторонніх матеріалів, фізико-механічними властивостями і т.п., що вимагає великих витрат і робить утилізацію відходів неефективною.

Найбільш простий і в той же час задовольняє основним вимогам є сортування, що здійснюється в процесі збору відходів безпосередньо на робочому місці, тобто на стадії їх утворення (так званий околomашінний збір відходів).

Переробка відходів дозволяє додавати до первинної сировини найбільш близькі як вторинні матеріали. При цьому усувається необхідність їх сортування за кольором, знижується можливість їх забруднення, відпадає необхідність в складських приміщеннях, перевірці якості вторинних матеріалів, їх сушінні і т.п.

Ідентифікація пластмас має важливе значення. Головною серед проблем, що виникають при утилізації пластмас є визначення природи матеріалу, тобто його

ідентифікація. Якщо відсутнє спеціальне обладнання для проведення хімічного, фізико-хімічного та інших видів спеціального аналізу, то можна скористатися простими, але досить точними способами ідентифікації, за допомогою методу виключення або порівняння з точно відомими зразками або шляхом аналізу відомостей про можливість застосування тих чи інших видів пластмас для певних цілей. Щоб відрізнити термопластичний матеріал від термореактивного, слід докласти до зразка розпечений металевий предмет. Якщо при цьому зразок плавиться, то це термопластичний матеріал.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГІЧНЕ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВЕРДИХ ПОЛІМЕРІВ

Джерелами пластикових відходів є сфера виробництва та сфера державних послуг. Виробничі та сервісні підприємства є компактні, а населення є розподіленим джерелом пластикових відходів. За місцем утворення відходи пластику поділяють на 3 групи:

- технологічні відходи, що утворюються під час синтезу та переробки термопластів. Вони поділяються на два види технологічних відходів. Перший вид – це обрізки, жолоби, грати тощо. Галузі, які виробляють та переробляють пластик утворюють від 3 до 40%. Це високоякісна сировина, що майже схожий з вихідним первинним полімерними полімерними матеріалами. Його переробка на товар не вимагає специфічного обладнання і може проводитися на заводі чи підприємстві. Другий вид є технологічними відходами, що утворилися, коли технологічні режими не дотримуються в процесі переробки, тобто технологічні прогалини, які можна скоротити або ж повністю усунути. Такі види пластикових відходів можна переробляти на різні товари і вони можуть бути використані як добавки до сировини тощо [38];

- виробничі відходи утворюються внаслідок виходу з експлуатації товарів з полімерних матеріалів, що використовуються для галузей господарювання – це деталі до машини, виробнича плівка тощо. Такі відходи рівномірні та слабо забруднюються, тому їм приділяється найбільша увага при вторинній переробці;

- відходи щоденного використання, що в основному накопичуються у житлових зонах, закладах громадського харчування тощо і зрештою потрапляють на звалища твердих побутових відходів, таким чином відносяться до змішаноготипу [38].

За складністю процесу утилізації відходи пластику можна розділити на три категорії:

- полімери, що легко утилізуються. Вони ж простими, посортовані і легко утилізуються. Під час обробки можна використовувати до 93% таких матеріалів;
- полімери, що мають середній рівень складності утилізації. Вони мають достатню кількість забруднюючих речовин і повинні сортуватися. Утилізація таких відходів потребує додаткових затрат. Переробляється від 22% до 35% від початкової кількості такої сировини [38].
- полімери, що не просто утилізуються. Вони є дуже забрудненими і змішаними. У більшості випадків переробка таких відходів не є рентабельною, кожного року утворюється велика кількість відходів пластику, основні відображені у таблиці 3.1 [39], але на сьогодні не існує встановленої системи управління такими відходами.

Таблиця 3.1

Кількісний склад основних видів пластикових відходів за 2017-2019 роки

Типи полімерів	2017 (т/рік)	2018 (т/рік)	2019 (т/рік)
Поліетилен	15689	16268	16852
Поліетилентерефталат	8699,9	9152	9511
Комбіновані матеріали	7435	7652	7926
Полівінілхлорид	6160,2	6536,7	7023,6
Полістирол	3938,2	4098,8	4265,3
Поліпропілен	3863,9	4102,2	4635,3

В даній роботі розглядаються такі методи утилізації полімерних відходів (для уточнення – пластик):

- захоронення пластику на полігонах;
- спалювання відходів;
- рециклінг пластику.

3.1. Розрахунок еколого-економічного потенціалу при захороненні пластикових відходів

Процес деструкції при захороненні полімерних відходів на полігонах та звалищах відбувається дуже поширено. Існує кілька видів деструкції полімерних відходів – за допомогою механічних пошкоджень, фотоокиснювальних реакціях, біологічних деструкціях [40]. Продукти руйнування полімерних матеріалів є основою для утворення багатьох нових отруйних сполук на звалищах. Близько 10-15% з них залишається на полігоні, а інші потрапляють у довкілля в газоподібному та розчиненому вигляді. Продуктами деструкції (захоронення) на полігонах виділяються токсичні сполуки важких відходів міді, фосфатів, діоксинів, оксидів вуглецю [41]. На сьогоднішній день не існує точного механізму управління. В даний час не існує повністю контрольованого механізму управління такими викидами.

Для того, щоб оцінити еколого-економічний потенціал для кожного з обраних методів утилізації полімерних відходів, розраховуватиметься сума екологічного податку, введений Податковим Кодексом України за забруднення атмосферного повітря (таблиця 3.2) [42].

Таблиця 3.2

Ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин при утилізації відходів

Найменування забруднюючої речовини	Ставка податку, грн за 1 тонну
Оксиди вуглецю	92,37
Вуглеводні	137,57
Ртуть та її сполуки	103 931,28
Кадмій та його сполуки	19 405,92
Формальдегіди	6070,39

Шляхом розрахування цього податку визначається сума збитку, що заподіяна довкіллю за такими небезпечними викидами: оксиди вуглецю, вуглеводні, сполуки ртуті та кадмію, формальдегіди.

При захороненні відходів на полігонах чи сміттєзвалищах екологічний податок розміщення відходів буде розраховуватись відповідно до фактичного обсягу кількості продуктів забруднення внаслідок захоронення, ставки податку та коефіцієнта коригування відходів згідно з формулою (3.1) [42]:

$$П = \sum_{i=1}^n H_{pi} * M_{li} * K_t * K_o, \quad (3.1)$$

де H_{pi} – ставки податку в поточному році за тонну i -того виду відходів, грн;
 M_{li} – обсяг викиду забруднюючої речовини i -го виду, т; K_t – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів 3 або ж 1; K_o

– коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів. Дані обсягу відходів для обчислення подані у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Кількість викидів забруднюючих речовин, що утворюється при
захороненні відходів

Вид полімерних відходів	Обсяг викиду і-го виду забруднювача в тоннах				
	Оксиди вуглецю	Вуглеводні	Сполуки ртуті	Сполуки кадмію	Формальдегіди
Поліетилен	22,5	10,8	0,095	0,045	0,06
Полівініл-Хлорид	32,1	14,5	0,017	0,087	0,12
Полістирол	54,2	23,3	0,012	0,073	0,09

Розраховали суму збитків за розміщення відходів кожного виду полімерних відходів і отримали результатами розрахунків, що наведені у таблиці 3.4 та на рисунку 3.1.

Таблиця 3.4

Результати розрахунків

Вид полімеру/Сума податку	Оксиди вуглецю	Вугле-водні	Сполуки ртуті	Сполуки кадмію	Формаль-дегіди
Поліетилен	6 234,98	4 457,27	2 620,41	2 619,8	1 092,67
Полівінілхлорид	8 895,23	5 984,29	5 300,49	5 064,95	2 185,34
Полістирол	15 019,36	9 616,14	3 731,52	4 249,88	1 639,01
Сумарні збитки	30 149,57	20 057,7	18 652,42	11 934,63	4 917,02

Отже, сумарні можливі збитки, заподіяні атмосферному повітрю внаслідок захоронення відходів пластиків, які утворилися у 2019 році складають 85 711,34 тис. грн.

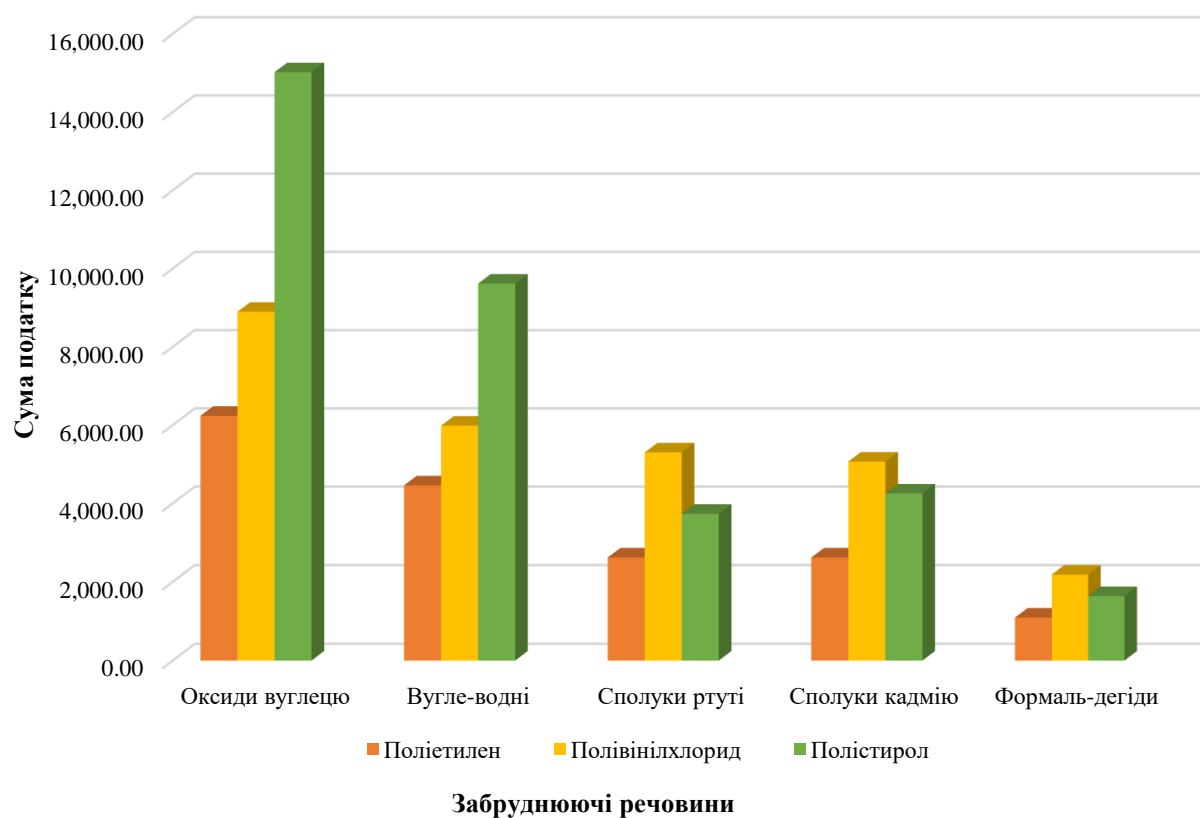


Рис. 3.1. Порівняльна діаграма обрахованих збитків за забруднення НПС

Проаналізувавши результати можна сказати, що полімерні відходи – полістирол при захороненні на поліганах виділяє найбільше забруднюючих речовин у середовище, а найменше здійснюють забруднення при захороненні відходи поліетилену.

3.2. Розрахунок еколого-економічного потенціалу при спалюванні пластикових відходів

За кількістю твердих залишків, що утворюються в процесі горіння, полімерні матеріали можна розділити на три категорії [58]:

- матеріали, що майже не утворюють залишки при згорянні в газовій фазі – поліетилен, поліпропілен, полістирол);
- матеріали, що утворюють після згоряння велику кількість вугільного шлаку, можуть продовжувати горіти – полікарбонат, полівінілхлорид тощо;
- матеріали, у яких вугільний залишок у більшості залежить від температури горіння, надходження кисню, пористості матеріалу – поліестер, відходи на основі целюлози, віскози. В залежності від цілісності горіння та інших руйнівних процесів у продуктах згоряння полімеру можуть містити різні токсичні речовини – CO, NO₂, HCN, HCl, Cl₂, CO Cl₂ тощо.

Тому коли є відкриті пожежі з достатньою кількістю кисню, утворюються такі сполуки: C O₂, H₂O, HCl, N₂ тощо.

За відсутності кисню або його недостатній кількості відбувається неповне згорання, внаслідок чого відбувається не повний піроліз полімерних матеріалів і утворюються такі сполуки – CO, HCN, (CN)₂, COCl₂, NH₃, HF, HCN, HCl, H₂, NO, N O₂.

У процесі згоряння відбувається завдяки процесам хімічних реакцій, усі органічні полімери, пов'язані з термічним впливом, можна розділити на дві категорії:

- полімери, які руйнуються внаслідок розриву основного ланцюга та утворення низькомолекулярних газоподібних та рідких продуктів під дією тепла.

такий тип майже не має залишків або руйнується в невеликій кількості при високій температурі та утворюються невеликі залишки коксу – поліметилметакрилат, поліметилстирол, поліоксиметилен, політетрафторетилен, поліетилентерефталат [44];

- полімери, які мають тенденцію до розщеплення на атоми або групи для конденсації, тобто таких типів реакцій, що призводять до утворення нелетких вуглецевих продуктів. Ця група полімерів включає полівініловий спирт та його похідні, вінілові та дієнові ряди хлоровмісних полімерів, поліакрилонітрил, целюлозу та багато полімеризованих ароматичних та гетероароматичних сполук.

Загальною особливістю є утворення високомолекулярних областей з'єднані у множинні зв'язки, що дає змогу перейти від лінійної структури до просторової. Порівняно із першим типом піроліз характеризується екзотермічним ефектом. Однак класифікація полімерів на ці групи не є критичною, оскільки напрямок хімічних реакцій може змінюватися залежно від зовнішніх умов [44].

Коли горить сміття, воно з димом у навколишнє середовище виділяє токсичні речовини. Дим містить пари та тверді часточки, які залишаються у повітрі на довгий час у завислому стані. Ці часточки та токсичні гази сильно впливають на здоров'я населення, у результаті чого виникають подразнення очей, носової порожнини, труднощі з диханням, кашель та головний біль

Існує шість класів полімерних відходів, що розподіляються за продуктами горіння за класами небезпечності (1-4 класи). До першого класу відносяться полімерні відходи, при спалюванні яких утворюються найнебезпечніші продукти горіння.

Сума збитку, що стягується за забруднення атмосферного повітря при спалюванні відходів розраховується за формулою (3.2) [42]:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n H_{\pi i} * M_i, \quad (3.2)$$

Де $H_{\pi i}$ – ставки податку в поточному році за тонну i -тої забруднювальної речовини, грн; M_i – фактичний обсяг викиду i -тої забруднюючої речовини, т.

Дані обсягу відходів для обчислення подані у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Кількість забруднюючих речовин, що утворюється при спалюванні
відходів

Вид полімерних відходів	Обсяг викиду і-го виду забруднювача в тоннах (т)				
	Оксиди вуглецю	Вугле- водні	Сполуки ртуті	Сполуки кадмію	Формаль- дегіди
Поліетилен	96,5	127,2	0,24	0,08	0,12
Полівініл- хлорид	164,1	132,8	0,39	0,14	0,19
Полістирол	298,68	186,08	0,42	0,16	0,27

Розраховані сумарні збитки за забруднення атмосферного повітря внаслідок спалювання трьох видів полімерних відходів і отримали результати розрахунків, що наведені у таблиці 3.6. та на рисунку 3.2.

Таблиця 3.6

Результати розрахунків

Вид полімеру/Сума податку	Оксиди вуглецю	Вугле- водні	Сполуки ртуті	Сполуки кадмію	Формаль- дегіди
Поліетилен	8 913,37	17 491,51	24 943,51	1 552,47	728,45
Полівінілхлорид	15 202,08	18 269,29	40 533,19	2 716,83	1 153,37
Полістирол	25 589,07	27 599,2	43 651,14	3 104,94	1 639,02
Сумарні збитки	49 704,52	63 360	501 127,8	7 374,24	3 520,84

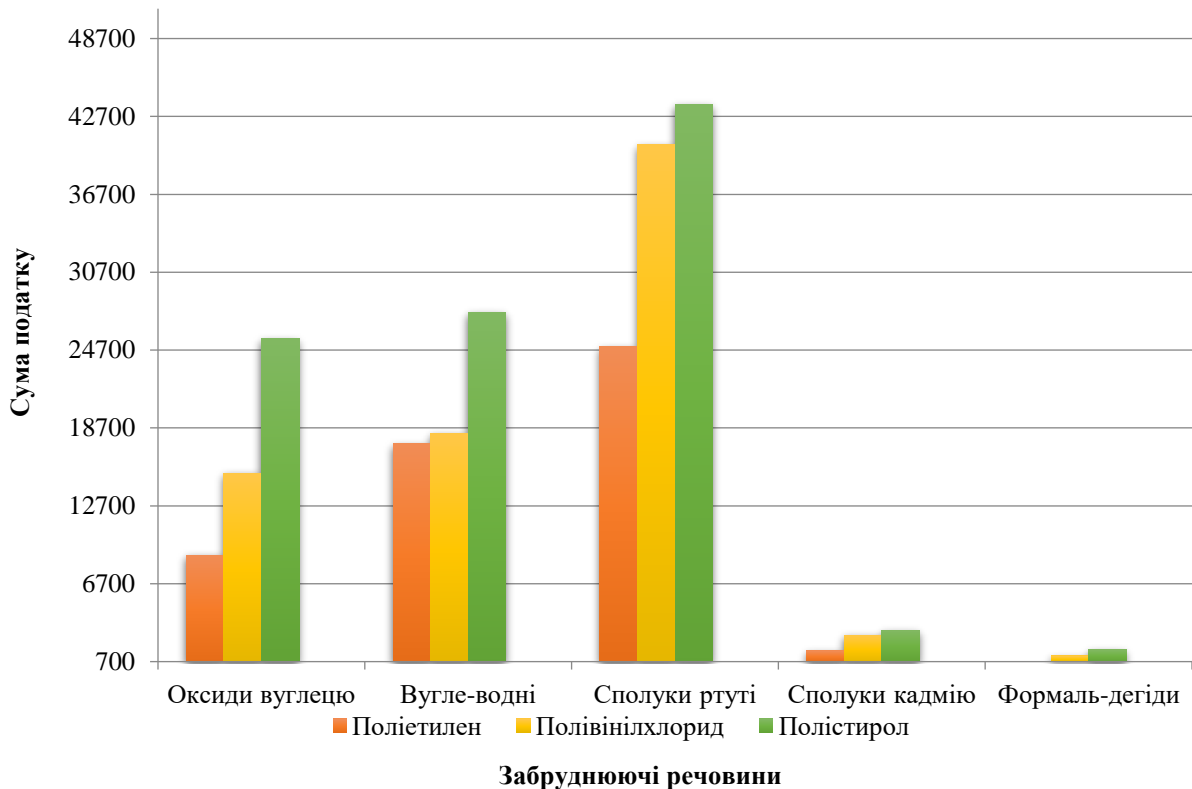


Рис. 3.2. Порівняльна діаграма обрахованих збитків за забруднення НПС

Отже, сумарні можливі збитки, заподіяні атмосферному повітрю внаслідок спалювання відходів пластиків, які утворилися у 2019 році складають 625 087,39 тис. грн, у сім разів перевищуючи сумарну суму збитків від захоронення на полігонах.

3.3. Перспективи отримання прибутку від вторинної переробки відходів пластику

Процес рециклінгу передбачає використання відходів полімерних матеріалів за основу або допоміжну сировину для виробництва нового товару, іншими словами як допоміжний сировинний ресурс. Ціна вторинної полімерної сировини становить від 2 до 35 грн/кг, що у 2-4 рази нижче ціни на основну сировину [45].

В Україні за 2019 рік утворилося близько 4,24 млн м3 полімерних відходів, тоді поліетиленових відходів – 1,3 млн м3; відходів полівінілхлоридів – 0,59 млн м3; відходів полістиролу – 0,338 млн м3. Можна розрахувати можливі прибутки від продажу вторинної сировини при умовах, що з переробки 1 кг пластику утворюється 0,8 кг вторинної сировини.

Вихідні дані для розрахунків представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Вихідні дані для розрахунків

Вид полімеру	Кількість відходів полімерів, кг	Кількість вторинної сировини, кг	Середня ціна вторинних відходів, грн/кг	Загальні витрати, грн
Поліетилен	53 245	42 596	14	238 538
Полівініл-хлорид	34 582	27 666	18	199 792
Полістирол	12 257	9 806	16	62 756
Всього	100 084	80 067		500 486

До суми загальних затрат входить сума збитків за забруднення атмосферного повітря за такими забруднюючими речовинами: вуглеводні, сполуки ртуті, сполуки кадмію, формальдегіди.

Отримуємо результати розрахунків, що відображені у таблиці 3.8. та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.8

Результати розрахунків

Вид полімерних відходів	Прибутки, враховуючи витрати, грн	Сума чистого прибутку, тис. грн
Поліетилен	596 344	357 806
Полівінілхлорид	497 981	298 788
Полістирол	156 890	94 134
Всього	1 251 214	750 729

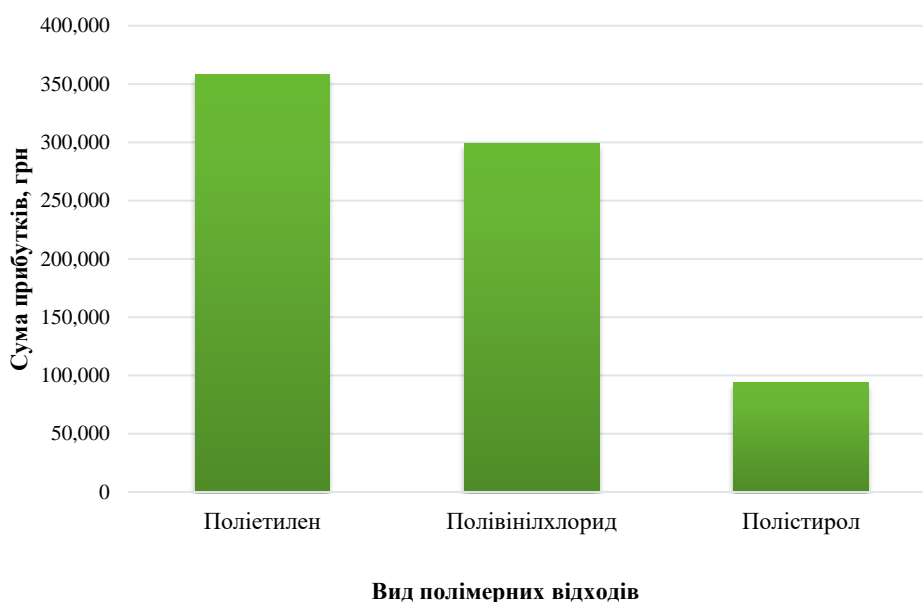


Рис. 3.3. Сумарні прибутки використання вторинної сировини

Отже, проаналізувавши діаграму можна сказати, що найбільші прибутки можуть бути від вторинної переробки поліетилену, а найменші від відходів полістиролу. Тобто, прибутки при закупівлі вторинної полімерної сировини замість первинної значні.

Загальна результативність розглянутих способів поводження з полімерними відходами показана на рис. 3.4.

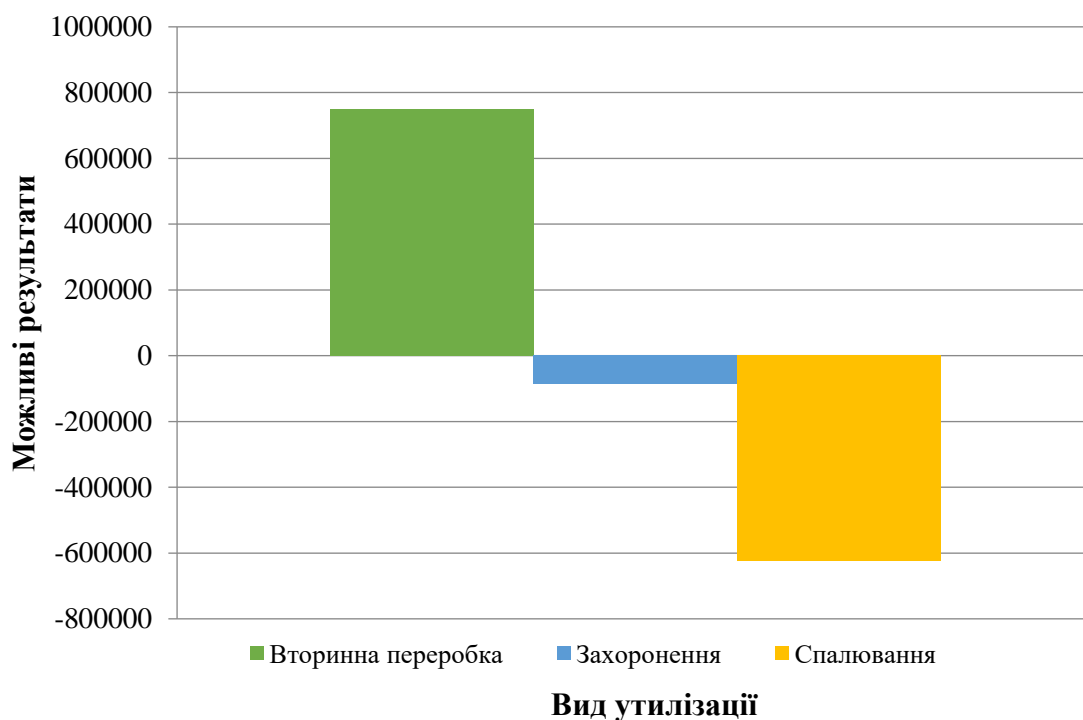


Рис. 3.4. Результативність використання різних методів поводження з полімерними відходами

Отже, розрахувавши суми чистого прибутку від реалізації вторинної сировини для кожного з видів відходів, загальний сумарний прибуток складає 750 729, тобто, значна економічна вигода при закупівлі вторинної полімерної сировини замість первинної у 2019 році тис. грн.

3.4. Висновки до розділу

Джерелами пластикових відходів є сфера виробництва та сфера державних послуг. Виробничі та сервісні підприємства є компактні, а населення є розподіленим джерелом пластикових відходів.

Переробку відходів пластмас доцільно організувати наступним чином. По-перше, налагодити виробництво різних виробів, переважно не так харчового призначення, по-друге, вважати основним принципом, яким слід керуватися при вирішенні проблеми утилізації полімерних відходів, раціональне використання збережених властивостей і, перш за все, високою стійкості до кліматичних чинників і агресивних середовищ, принцип вимагає застосування

термомеханічних методів переробки малочутливих до розкиду технологічних параметрів і забрудненості вторинної полімерної матеріалу і накладає обмеження на номенклатуру виробів з нього. Зокрема, вироби з полімерних відходів повинні мати достатньо великий термін експлуатації, принаймні не менше 10 років, щоб обмежити їх потрапляння на третинну переробку.

Для того, щоб оцінити еколого-економічний потенціал для кожного з обраних методів утилізації полімерних відходів, розраховуватиметься сума екологічного податку, введений Податковим Кодексом України за забруднення атмосферного повітря.

Сумарні можливі збитки, заподіяні атмосферному повітрю внаслідок захоронення відходів пластиків, які утворилися у 2019 році складають 85 711,34 тис. грн. Сумарні можливі збитки, заподіяні атмосферному повітрю внаслідок спалювання відходів пластиків, які утворилися у 2019 році складають 625 087,39 тис. грн, у сім разів перевищуючи сумарну суму збитків від захоронення на полігонах. Якщо ж реалізовувати вторинну сировину для кожного з видів відходів, то сума чистого прибутку складалатиме 750 729, тобто, значна економічна вигода при закупівлі вторинної полімерної сировини замість первинної у 2019 році тис. грн, і вплив на довкілля менший.

Таким чином, проведені розрахунки підтвердили, що захоронення на полігонах та сміттєзвалищах твердих полімерних відходів та їх спалювання є нераціональними та недоцільними методами утилізації з відходами, оскільки призводять до інтенсивного навантаження на природне середовище і супроводжуються значними економічними збитками, що обраховуються за шкідливі викиди продуктів спалювання пластику та його розміщення на полігонах. Найдоцільнішим методом є вторинна переробка пластикових відходів. Перевагою використання такого методу є економія паливних та енергетичних ресурсів, природної сировини, отримується прибуток, але при цьому зменшується забруднення навколишнього природного середовища, з'являються нові робочі місця.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз шкідливих та небезпечних чинників фахівця при роботі з персональним комп'ютером

Фахівці, які постійно чи тимчасово працюють за персональним комп'ютером потрапляють під вплив чинників виробничої небезпеки і трудового процесу. Основними з них є:

А) Фізичні чинники:

- підвищення рівня напруги в електричному ланцюзі (може статися замикання, внаслідок чого, фахівець може постраждати);
- підвищення рівня рентгенівського, інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання;
- можливість ураження статичною електрикою;
- запиленість повітря робочого приміщення;
- підвищений вміст важких сполук;
- нерівномірний розподіл яскравості та освітленості;
- підвищення рівня пульсації світлового потоку;

Б) Хімічні чинники:

- понаднормовий вміст у повітрі вуглекислого газу, озону, аміаку, фенолу, формальдегіду тощо.

В) Психологічні та фізіологічні чинники:

- напруження очей;
- напруження пам'яті;
- напруження уваги;
- тривала напруга статична;
- наявність великого обсягу інформації, що аналізується за певну одиницю часу;
- праця є монотонною в окремих випадках;
- зазвичай організація робочого місця є нерациональною.

Основними небезпечними чинниками при роботі з комп'ютером є:

- сидяче положення тривали час,
- електромагнітне випромінювання.

При електричному випромінненні навантажується напруга на зір, перевантажується кісткові суглоби, виникають ризики можливості захворювання органів дихання, виникнення алергічних реакцій, порушуються нормальний перебіг вагітності тощо.

При тривалому сидячому положенні виникає напруга шийних м'язів, голови, рук і плечей, можуть виникати остеохондрози, сколіози; застій крові у органах тазу. Така робота малоактивна, тому такий спосіб роботи становить загрозу для життя, оскільки може призводити до ожиріння.

За роботою за комп'ютером очі знаходяться у постійно напружують, а це найчастіше призводить до повної або часткової втрати гостроти зору; також перевантажуються суглоби кистей рук, що може призвести до виникнення синдрому зап'ястного каналу.

Часто за роботою з ПК виникають різні емоційні переживання, внутрішнє переживання, різні стреси.

Робота за персональним комп'ютером провокує різного характеру алергії, подразнення органи дихання, внаслідок того, що створюється електростатичне поле, що має здатність притягувати пил (осідаючи на легенях). При алергії з'являється втома, дратівливість, зниження імунітету, утруднюється дихання, знижується артеріальний тиск [46].

Конституція України (ч. 4 ст. 43), ст. 153 Кодексу законів про працю України, ст. 6 та ч. 1 ст. 13 Закону України «Про охорону праці» гарантує кожному право на належні, безпечні і здорові умови праці.

Експлуатація ПК відбувається на основі таких основних нормативно-правових актів:

- Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджені наказом Міністерством соціальної політики від 14.02.2018 №207 (набули чинності 18.05.2018).

- «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальним дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» (затвердженні Постановою Головного державного санітарного лікаря України №7 від 10.12.1998; ДСанПіН 3.3.2.007-98).

- Директива Ради 90/270/ЄЕС щодо роботи за екранами дисплеїв.

- Директива Ради 9824/ЄС щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних робочих речовин на робочому місці.

- Директива 2002/44/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту робітників від ризиків, пов'язаних з вібрацією.

- Директива 2003/10/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту працівників від ризиків, пов'язаних із шумом.

Площа приміщень, у яких знаходяться персональні комп'ютери, визначається відповідно до чинних нормативних документів.

Відповідно до Державних санітарних правил і норм роботи (далі ДСанПіН) 3.3.2.007-98 з розрахунку на одне робоче місце, отбладнане ПК [47], встановлено такі норми:

- площа приміщення повинна бути не менше 6,0 м² на 1 робоче місце; робочі місця повинні бути розташовані на відстані не менше ніж 1 м від стіни з вікном, і 1,4 м від звичайної стіни; відстань між бічними поверхнями комп'ютерів має бути не меншою за 1,2 м; відстань між тильною поверхнею одного комп'ютера та екраном іншого не повинна бути меншою 2,5м.

- відповідні робочі місця заборонено облаштовувати у підвальних або цокольних приміщеннях будинків. В обладнанні приміщень забороняється використання полімерних матеріалів (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Покриття підлоги повинно бути матовим, а поверхня – рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями.

- у приміщеннях, де здійснюється робота з комп'ютерами, щодня має проводитися вологе прибирання з метою недопущення запиленості підлоги та меблів. Крім того, має бути обладнана кімната психологічного розвантаження.

- конструкція робочого столу та крісла користувача персонального комп'ютера має забезпечити підтримання оптимальної робочої пози та забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів [48].

- у приміщенні для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-втяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температура повітря повинна становити 22-25°C, відносна вологість повітря – 40-60%, швидкість руху повітря – не більше 0,1 м/с. При недотриманні вказаних показників мікроклімату в офісних приміщеннях робочий день для робітників повинен бути скорочений мінімум на 10% [48]

- вимоги до освітлення приміщень, є важливими тому що відомо, що тривала робота за комп'ютером та з документами при недостатньому рівні освітленості може призвести до значного перенапруження зору. Природне освітлення має забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче ніж 1,5%. Робоче місце, обладнане ПК повинно бути розташоване так, щоб уникнути попадання в очі прямого сонячного світла. Штучне освітлення приміщення має бути обладнане системою загального рівномірного освітлення. Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих сіток забороняється. Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів має бути в межах 300-500 лк [48].

- в офісних приміщеннях нормуються також еквівалентні рівні звуку (для програмістів – 50 дБА, а для операторів в залах обробки інформації на ПК та операторів комп'ютерного набору, фахівців – 65 дБА) [47].

- вимоги щодо рівня неіонізуючих електромагнітних випромінювань, електростатичних і магнітних полів, а також інтенсивність потоків інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювань встановлюються відповідно до Директиви Ради 90/270/ЄЕС щодо роботи за екранами дисплеїв [49].

4.2. Вимоги, що забезпечують захист користувачів офісної техніки (персональний комп'ютер) від шуму і вібрації

До основних джерел шуму та вібрації при роботі з персональним комп'ютером є:

- жорсткий диск;
- клавіатура;
- вентилятор блоку живлення комп'ютера;
- вентилятор, що розташований у процесорі (кулер);
- швидкісні CD та DVD диски;
- сканери механічні;
- пересувні частини до механізму принтера [50].

Коли працює механічний принтер, тоді шум створюється завдяки тому, що переміщується головка принтера і тоді відбувається удар голок об папір. Коли працює вентиляційна система комп'ютера, яка в свою чергу має забезпечувати оптимальний температурний режим електронних блоків, утворюється аеродинамічний шум. Окрім перелічених джерел ще існують та діють інші зовнішні джерела шуму, що не пов'язані з роботою комп'ютера [50].

Люди, які працюють за комп'ютером створюють широкосмужний, постійний шум, що має періодичні посилення при роботі принтерів. Тому шум оцінюється загальним рівнем звукового тиску по частотному коригуванню «А» та вимірюватися в дБА [51].

Значення середніх квадратичних показників віброшвидкості (V) і віброприскорення (a), їх логарифмічні рівні в дБ для приміщень, які обладнані ПК і для робочих місцях, на які діє вібрація, нормуються у визначених діапазонах октавних смуг згідно вимог Директиви Ради 90/270/ЄЕС щодо роботи за екранами дисплеїв, Директиви 2002/44/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту робітників від ризиків, пов'язаних з вібрацією, Директиви 2003/10/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту працівників від ризиків, пов'язаних із шумом, що відображені у табл.4.1.

Таблиця 4.1

Допустимі та еквівалентні рівні звуку, рівні звукового тиску в октавних
смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц									
	31,5	63	123	250	500	1000	2000	4000	8000	Рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, дБА/дБАекв
Програміст и	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Оператори комп'ютерн ого набору (фахівці)	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Категорія вібрації за санітарними нормами і критерій оцінки: 3 тип «в» – комфорт [51, 52].

Характеристикою умов праці є визначення сили вібрації на робочих місцях де працюють фахівці розумової праці і робітники, які не займається фізичною працею.

Основними джерелами вібрації можуть бути диспетчерські, заводо-управлінські, конструкторські бюро, різні лабораторії, приміщення для навчання, центри обчислювання, офісні приміщення, пункти охорони здоров'я тощо.

Рівні шуму та вібрації на робочих місцях осіб, що працюють з ПК, контролюються згідно із Директивою 2002/44/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту робітників від ризиків, пов'язаних з вібрацією та Директивою 2003/10/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту працівників від

ризиків, пов'язаних із шумом [51, 52].

Для забезпечення дотримання допустимих рівнів шуму на робочих місцях та контроль за їх перевищенням використовують засоби для звукопоглинання, їх обирають на основі обґрунтування специфічними інженерно-акустичними розрахунками відповідно до п. 3.3.3 ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Організаційно-технічні заходи та їх перелік стосовно обмежень при несприятливому впливі шуму та вібрації на фахівців при роботі за ПК наведено в ДСН 2.3.6.037-99 та ДСН 3.3.6.039-99.

Включаючи ізоляцію та поглинання для зменшення шуму та вібрації, наприклад, використовуючи гуму, поролон та інші матеріали, що поглинають шум чи вібрацію, або інші матеріали для подібних цілей для оздоблення національних санітарно-епідеміологічних наглядів [47].

4.3. Розрахунок середнього рівня шуму робочої зони фахівця, який працює з ПК

У кімнаті знаходиться робоче місце з персональним комп'ютером та принтером, наявний монітор, вінчестер у системному блоці, є два вентилятори для системи охолодження комп'ютера та клавіатура.

У приміщенні створюються різні види шуму, що мають механічне походження, широкопasmові із аперіодичним підсиленням при роботі принтерів. Визначенні еквівалентні рівні звукового тиску від різних джерел шуму, які впливають на фахівця на його робочому місці, представлені в табл. 4.2 при цьому допустимий еквівалентний рівень шуму для робочого місця фахівця становить 65 дБА [47].

Таблиця 4.2

Рівні звукового тиску від різних джерел

Джерело шуму	Рівень шуму, дБА
Жорсткий диск	36
Вентилятор блоку живлення ПК	41
Вентилятор, розташований на процесорі	43
Принтер матричний	59
Клавіатура	28

Тому розраховуємо значення середнього рівня шуму на робочому місці фахівця при роботі з ПК за вказаною технікою [47].

Значення рівня шуму, що виникає від декількох некогерентних джерел, діючи одночасно, вираховується на основі принципу енергетичного сумарного рівня інтенсивності для окремих джерел:

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i}, \quad (4.1)$$

Де L_i – рівень звукового тиску i -го джерела шуму; n – кількість джерел шуму. Підставивши значення рівня звукового тиску для кожного виду значення та отримуємо:

$$L = 10 \lg (10^{3,6} + 10^{4,1} + 10^{4,3} + 10^{5,9} + 10^{2,8}) = \underline{59,3 \text{ дБ}}$$

Коли діють декілька джерел шуму з однаковим рівнем інтенсивності L_i , тоді загальний рівень шуму визначають за формулою:

$$L = L_i + 10 \lg n \quad (4.2)$$

У даному випадку таких джерел впливу є п'ять, отже загальний рівень шуму буде визначатися за формулою:

$$L = 59,3 + 10 \lg 5 = \underline{66,2 \text{ дБ}}$$

Отже, розраховане значення середнього рівня шуму перевищує гранично допустимий рівень шуму для робочого місця фахівця, тому необхідно передбачити заходи та методи щодо зниженню рівня шуму.

4.4. Вимоги техніки пожежної безпеки до користувачів ПК

Для всіх будівель та місць, де експлуатуються відеотермінали та комп'ютери, категорії вибухобезпеки та пожежної безпеки повинні бути визначені відповідно до «Стандартів визначення категорії вибуху та пожежі, будівель та зовнішніх споруд» [51].

Приміщення, де розміщений загальний комп'ютер, обладнані автоматичними системами пожежної сигналізації та засобами пожежогасіння відповідно до вимог «переліку об'єктів цього типу, оснащених автоматичними системами пожежогасіння та пожежної сигналізації» та «Правилами та нормами пожежної безпеки в Україні». Технічна та експлуатаційна документація виробника ". Методи вогнегасіння повинен бути вільними [44].

Перед початком роботи на ПК працівник повинен:

- переконатися, що корпуси і блоки обладнання є цілими та неущкодженими;
- перевірити чи є заземлення, чи справні і цілі кабелі для живлення, а також місця де вони підключаються.

Наголошено і заборонено вмикати комп'ютер та починати роботу при виявлених будь-яких несправностей.

Перед тим, як приступить до роботи, фахівець має пересвідчившись у тому, що обладнання справне, потім можна увімкнути електроживлення ПК та розпочинати працювати, згідно норм для умов інструкції для ПК з його експлуатації.

- Забороняється змінювати елементи, що знімаються і змінювати різні вузли та проводити переробку коли увімкнений ПК;
- Забороняється виконувати з'єднання і роз'єднання розетки, вилки з

первинної мережі електроживлення, що знаходяться під напругою;

- Забороняється знімати кришки, які закривають доступ до частин, що проводять струм відповідних частин мережі первинного електроживлення при увімкненому обладнанні;

- Заборонено використовувати паяльник який не має заземлення корпусу;

- Заборонено виконувати заміну запобіжників, що знаходяться під напругою;

- Заборонено залишати увімкнений комп'ютер без нагляду [50].

Після закінчення робочого дня необхідно дотримуватися такої інструкції:

По-перше, відключити від електроживлення комп'ютер кнопкою "ВИМК" вийнявши вилку кабелю живлення з розетки; відповідно до інструкції експлуатації ПК,

По-друге, очистити робоче місце фахівця з роботи ПК, прибрати обладнання, що уже використалося та викинути матеріали у відведені місця;

По-третє, якщо виявилися якісь недоліки при роботі з ПК протягом робочого дня або певного часу, тоді потрібно повідомити про це посадовим особам та спеціалістам, які відповідають за це [51].

Після закінчення роботи з ПК, виконавши попередні процедури з дотриманням встановленого порядку дій з огляду приміщення, потрібно виконати такі дії:

- перевірити чи зачинені вікна та кватирки;
- перевірити приміщення, переконавшись у тому, що немає предметів, що тліють;

- обов'язково потрібно відключити від електричної мережі наявні електричні прилади, електричні обладнання та не забути вимкнути освітлення;

- обов'язково не забути надійно зачинити входні двері у приміщенні, а ключ віддати черговому з охорони.

Якщо у приміщенні сталася пожежа необхідно дотримуватись таких обов'язкових правил:

- необхідно повзти до дверей приміщення на підлозі під хмарою диму, але не потрібно відразу відчиняти двері;
- необхідно обережно доторкнутися до дверей середньою стороною долоні, для того аби перевірити чи не гарячими є двері, якщо ні, то негайно потрібно відчинити двері і швидко вийти;
- якщо ж двері виявилися гарячими, то не потрібно їх відчиняти тому, що дим і вогонь не дозволить вийти з приміщення;
- в такому разі необхідно якомога щільніше закрити двері, а всі щілини і отвори закрити якоюсь тканиною чи бумагою, для того аби мінімізувати подальше проникнення диму.

Потрібно повернутися поповком у середину приміщення і дотримуватися таких заходів для порятунку:

- спочатку потрібно присісти і глибоко вдихнути повітря, відкрити вікно, якщо це можливо, висунути голову і спробувати покликати на допомогу;
- якщо відчинити вікно не можливо, потрібно розбити скло вікна якимось твердим предметом та спробувати звернути увагу людей, які можуть викликати пожежну службу;
- якщо ж вдалося відкрити двері, згоді вийшовши із приміщення необхідно зачинити двері та повзучи пересуватися до виходу із приміщення;
- обов'язково зачиняти за собою всі двері;
- заборонено під час пожежі користування ліфтами;
- якщо пожежа відбулася у високому будинку, не потрібно бігти вниз крізь вогнище, а потрібно скористуватись можливістю врятуватися на даху будівлі [51].

4.5. Комплекс заходів щодо попередження, зниження та захисту від шуму та вібрацій в приміщеннях, які обладнані ПК

Заходи з попередження, зниження та захисту від шуму та вібрацій здійснюються наступними способами:

- використовувати блоки живлення комп'ютера, що мають вентилятори на гумових підвісках;
- використовувати комп'ютер, в якому вмонтовані термостійкі елементи у блоці живлення та у критичних точках материнської плати (процесор, мікросхеми чіпсету), вони допоможуть шляхом програмування регулювати процеси вмикання вентиляторів, і контролювати швидкість обертання;
- переводити жорсткий диск в режим сну на англійській мові Standby, якщо робота комп'ютера припинена протягом встановленого часу;
- використовувати комп'ютер з системою охолодження процесорів (BOX-вид процесора, який має малошумний кулер), що є малошумною;
- застосовувати материнські плати такі, як наприклад: формату корпусів ATX або ATX. Вони забезпечать регулювання автономної швидкості та тривалість моментів часу, коли відмикаються вентилятори блоку живлення від електричної мережі [52].
- використовувати зовнішні жорсткі диски, флеш-накопичувачі, CD і DVD є пристроями з найменшою швидкістю – замість 48...50-х швидкості, використовувати 24...38-х швидкісні, вони утворюють менший шум або ж користуватися програмами, які дозволяють знижувати швидкість;
- замінювати механічні голчасті принтери більш сучасними (струменеві або лазерні принтери), що забезпечуть значне зменшення рівня звукового тиску під час роботи;
- застосовувати принтери колективного користування, які розташовані в одному місці на вагомій відстані порівняно з робочими місцями працівниками ПК;
- зменшити шум та вібрації на шляху його поширення завдяки

розміщенню звукоізолюючих елементів під виглядом стін, будь-яких перетинок, кабін, штор тощо;

- обробляти приміщення акустично, мається на увазі зменшувати утворення енергії відбитих звукових хвиль збільшуючи площу звукопоглинання – розміщувати на поверхнях приміщення різних облицювань, що дають змогу поглинати звуки, розташувати штучних поглиначів звуку в приміщеннях.

Стосовно саме безпеки вібрації, то її аналіз та оцінка безпосередньо може проводиться під час процесу трудової діяльності на робочих місцях, які обладнані персональним комп'ютером [52, 53].

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі встановлено, що товари, виготовлені із пластикових матеріалів, на сьогодні мають великий попит серед населення. Але люди не завжди усвідомлюють вплив таких товарів на організм людини. Серед глобальних проблем сучасності однією з найбільш актуальних проблем є саме екологічна проблема – сфера сортування, поводження, утилізації, знешкодження твердих побутових відходів.

Такі проблеми потребують негайного вирішення, тому що відходи здатні швидко накопичуватися, а от що з ними робити навіть на законодавчому рівні немає конкретної стратегії щодо вирішення такої масштабної проблеми, адже від цього залежить якість життя для майбутніх поколінь.

Визначено, що навіть при зацікавленості влади перемогти пластикову навалу непросто. Дуже важливо не піддаватися популярним методам усунення проблеми наприклад, існує думка, що досить замінити звичайний пластик на той, що є біорозкладним, і потім відходи зникнуть самі собою. Проте дослідники організації «Greenpeace» виступають проти біополімерів. Оскільки вони вважають, що це звичайний пластик з добавками, які прискорюють його розпад. Тобто ми отримуємо прискорене утворення мікропластику. Не випадково в Європі запропонували заборонити використання таких матеріалів у 2020 році. Існують полімери, що на 100% складаються з органіки – крохмалю, кукурудзи, але на ринку вони практично не представлені. Для того, щоб їх вводити, потрібно враховувати те, що на звалища додатково потрапить величезна маса органіки, що виділяє агресивний газ – метан. Це допустимо, коли налагоджений збір органічних відходів з метою виробництва компосту та біогазу, але в умовах сміттевої системи, де 99% сміття йде на смітник, це неприйнятно.

Утилізація пластику вимагає дороговартісного, якісного обладнання. Відходи збираються, фасуються (існує кілька видів пластику, що окремо вказується на упаковці), видаляються етикетки і відправляються під прес, після

чого сировина подрібнюється і продається. Застосовується для виробництва будь-яких пластикових виробів. Піддається переробці в будь-якому стані.

У дипломній роботі провівся аналіз дослідень вчених про пластик і можна зробити висновок, що заміна пластикових пакетів на паперові є малоефективним способом, адже, якщо вони виготовляються з деревини, це вже залишає вагомий екологічний слід. Тому необхідно оцінювати в комплексі, яких збитків довкіллю завдає виробництво того чи іншого типу упаковки. Підраховано, що повна заміна поліетиленових пакетів на паперові збільшить площу лісових вирубок на 15 %.

Визначено, що на сьогодні перспективним шляхом утилізації (переробки) відходів полімерів є вторинна переробка.

Основною перевагою використання вторинної сировини (полімерної) є біологічна стійкість, а саме: вони не піддаються руйнуванню за участі мікроорганізмів; тривалий час здатні перебувати у воді, таким чином, не руйнуючи своєї структури. До їх складу додають інертні домішки (пилоподібна стружка чи волокна) з метою покращення властивостей.

У роботі розглядаються проблеми вибору методів утилізації полімерних відходів, що визначається за допомогою розрахунку еколого-економічного потенціалу, розміри екологічних та економічних збитків внаслідок утилізації за такими методами, як захоронення, спалювання, вторинна переробка. Розрахунок проводився для таких видів полімерних відходів – поліетилен, полівінілхлорид, полістирол. За однаковими забруднюючими речовинами, що виділяються в атмосферне повітря – оксиди вуглецю, вуглеводні, ртуть та її сполуки, кадмій та його сполуки, формальдегіди.

За результатами обрахунків проведених у дипломній роботі підтвердилося те, що захоронення на полігонах та сміттєзвалищах твердих полімерних відходів та їх спалювання є нераціональними та недоцільними методами утилізації з відходами, оскільки призводять до інтенсивного навантаження на природне середовище і супроводжуються значними економічними збитками, що обраховуються за шкідливі викиди продуктів спалювання пластику та його розміщення на полігонах.

Отже, найдоцільнішим методом утилізації є вторинна переробка пластикових відходів. Перевагою використання такого методу є економія паливних та енергетичних ресурсів, природної сировини, отримується прибуток, але при цьому зменшується забруднення навколишнього природного середовища, з'являються нові робочі місця.

Розроблено рекомендації щодо меншого використання пластикових відходів:

- необхідно обирати те, що придатне для повторного використання, мова йде про сумки та напої у пляшках. Сумки з тканини та напої у металевих або скляних пляшках доступні на ринку за помірними цінами;
- намагатися відмовлятися від одноразової упаковки, надлишкової упаковки, соломинок та інших "одноразових" пластмас. Використовувати багаторазовий посуд у вашому домі, роботі, відпочинку, прогулянках;
- скорочувати повсякденний пластик такий, як пакети для бутербродів, одноразові контейнери для їжі, одноразові склянки на каву, замінивши їх багаторазовим ланчевими пакетами чи коробками;
- використавши товари із пластику, необхідно намагатися відходи відсортовувати хоча б ті, які найчастіше переробляються та здати їх у найближчий пункт прийому вторсировини або покласти у спеціальний контейнер. Уникайте пластикових пакетів та пінополістиролу, оскільки вони, як правило, мають дуже низький рівень переробки;
- підтримувати заборону поліетиленових пакетів, закупівлі пінополістиролу;
- поширювати інформацію. Розказувати рідним та друзями про те, чому важливо скоротити використання пластик у нашому житті та неприємні наслідки забруднення пластмасами.

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нікітченко О. Ю. Конспект лекцій з дисципліни “Промислова екологія” (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 “Охорона праці”). Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2016. 65, 89 с.
2. Суберляк О.В., П.І. Баштанник Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: підручник. Львів: Растр-7, 2015. 256 с.
3. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2019 рік. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vi/> (дата звернення: 15.10.2020).
4. Бутко А.Е. Український ринок утилізації полімерних відходів і основні тенденції його розвитку. «Young Scientist», № 2 (17), 2017. 139-142 с.
5. Гаврилишин І.М. Використання пластику. Проблеми забруднення відходами. Київ, 2016. Випуск. 12. 65 с.
6. Суберляк О.В., П. І. Баштаник. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: підруч. для студентів ВНЗ; М. освіти і науки України. 2-ге вид. Львів: Растр-7, 2016. 456 с.
7. Насіров М.Ф. Інерційний та інноваційний сценарії поводження з відходами пластику у середньо- та довгостроковій перспективі. Економіка та держава № 8/2018. 71-75 с.
8. Арустамова О.А. Види і масштаби негативного впливу людини та промисловості на природне середовище. Природокористування: підручник. Микалаїв, 2018. 80-87 с.
9. В.П Новіков. Екологія, навколишнє середовище і людина: Навч. посібник для вузів, середніх шкіл і коледжів. Харків: ФАР-ПРЕСС, 2010. 568 с.
10. Грищенко С.В., Іщейкіна Ю.О. Вплив накопичення важких металів у навколишньому середовищі та організмі людини на частоту захворювань системи кровообігу: Вісник проблем біології і медицини. 2017. 49-55 с.
11. Турілова Х.О., Рязанова Н.Л. Тверді побутові відходи в Україні:

Потенціал розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. Київ. 2015. 152 с.

12. Про відходи: Закон України від 05.03.1998 р., № 187/98-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 17.11.2020).

13. Насіров М.Ф. Інерційний та інноваційний сценарії поводження з відходами пластику у середньо- та довгостроковій перспективі. Економіка та держава № 8/2018. 152 с.

14. Про житлово-комунальні послуги: Закон України від 9.11.2017 р., № 2189-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/2189-19>. (дата звернення 11.11.2020).

15. Про затвердження Порядку формування тарифів на послуги з поводження з побутовими відходами: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.07.2006 р. №1010 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1010-2006> (дата звернення 11.11.2020).

16. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Закон України, від 8 листопада 2017 р. № 820-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text> (дата звернення 11.11.2020).

17. Звіт про виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом за 2019 рік» підготовлено Урядовим офісом координації європейської та євроатлантичної інтеграції Секретаріату Кабінету Міністрів України за сприяння проекту ЄС «Association4U». URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/ar-aa-implementation-2019-4.pdf> (дата звернення 12.11.2020).

18. Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування окремих директив (Official Journal L 312, 22.11.2008, р. 3–30) стаття 8.

19. Джек Мак-Кіббан, П'єр Кондамін Практичний посібник для громад. Брюссель. 2020. 256 с.

20. Звіт про розширену відповідальність виробника товарів у поводженні з побутовими відходами. URL: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/pro-rozshirenu-vidpovidalnist-virobnika-tovarnoyi-produktsiyi-u-povodzhenni-z-pobutovimi-vidhodami-roz-yasnennya-minregionu> (дата звернення 12.11.2020).
21. Кіселева Т.В., Михайлов В.Г. Методи оцінки і управління еколого-економічними ризиками як механізм забезпечення стійкого розвитку еколого-економічної системи: Системи управління та інформаційні технології, 2018. № 2. 69-74 с.
22. Кіселева Т.В., Михайлов В.Г. Оцінка основних підходів до визначення стану еколого-економічних систем, 2017. № 9. 31-32 с.
23. Кафаров. В.В. Принципи створення безвідходних технологій хімічного виробництва, М.: Хімія, 2016. 285 с.
24. Директива 2008/98/ЄС про відходи Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives. URL: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0098:en:NOT> (дата звернення 14.11.2020).
25. Директиви Ради №1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. Про захоронення відходів із змінами і доповненнями, внесеними Регламентом (ЄС) 1882/2003.
26. Директива 2006/21/ЄС Про управління відходами видобувної промисловості. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of Waste from extractive industries. 15-33.
27. Таранцова А. Розширена відповідальність виробника – основа економіки замкнутого циклу. Еко Форум: Львів, 2018. 57 с.
28. Принципи реформи управління відходами. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Vidhodi-ta-nebezpechni-rechovini.html> (дата звернення 13.11.2020).
29. Самойлюк А.О. Способи використання матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія, Видавництво «Політехніка». 2009. 265 с.
30. Про затвердження Правил надання послуг з поводження з

побутовими відходами: Постанова Кабінету Міністрів України від 10.12.2008 р. № 1070. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1070-2008-%D0%BF>. (дата звернення 12.11.2020).

31. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та практикум. Навчальний посібник. К.: Лібра, 20012. 352 с.

32. Нікітіна А.Т., Степанова С.А. Екологія, охорона природи, екологічна безпека. М.: МНЕПУ, 2019. 648 с.

33. Наумовська О.Н., Роннова А. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2013. Вип.17-20. 335-340 с.

34. Михайлюк В.М. Механізм і кінетичні закономірності процесу переробки твердих органічних відходів методом високотемпературного піролізу. Автореф. дис. к.т.н. 05.17.08 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Ч: 2017. 18с.

35. Грабовський Р.С., Дорош М.М., Дудак Р.П. Регіональна система збору та переробки сміття, як спосіб вирішення еколого-економічних проблем. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Г. Жицького. 2018. Т.16, №2 (5). 66-70 с.

36. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навч. посібн. Київ: Видавництво "Кондор". 2010. 552 с.

37. Теряева Т.Н. Технология получения и переработки литьевых полимерных композиционных материалов конструкционного назначения на основе матриц различной природы: Автореф. дис. докт. техн. наук. АлГТУ им. И.И. Ползунова, Барнаул, 2016. 365 с.

38. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. М.: Колос, 2017. 232 с.

39. Утворення та утилізація відходів за матеріалами. Архів. Держстат України, – 2015-2019. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2>

40. Бабаев В.Н., Горох Н.П., Коваленко Ю.Л. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города. Харьков: ХНАГХ, 2014. 375 с.

41. Сурков А.А., Слюсарь Н.Н., Польшгалов С.В. Деструкция полимерных материалов в условиях- полигона ТБО: Вестник ПНИПУ. 2017. №3. 74-82 с.
42. Податковий Кодекс України. Розділ VIII. Екологічний податок (ст. 240–250). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17/paran5980> (дата звернення 06.12.2020).
43. Шафран Л.М. Токсикология горения: Основные задачи и перспективы развития. Актуальные проблемы транспортной медицины: окружающая среда; профессиональное здоровье. 2006. № 4 (6). 23-32 с.
44. Демідов П.Г., Шандиба В.А. Горіння і властивості горючих речовин. М.: «Хімія». 2016. 272 с.
45. Сироль С.Р. Ефективність промислового виробництва з використанням вторинних ресурсів. Автореф. дисерт. к.е.н., 2014. 19 с.
46. Михальченко П.А. Джерела шкідливого впливу комп'ютера на користувача. Вінниця. 2017.
47. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98 Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998 р. №7.
48. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин Міністерство юстиції України Закон України від 19 квітня 2010 р. за N 293/17588 .
49. Директива 90/270/ЄЕС Європейського парламенту та Ради Про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями. 27.06.2007.
50. Про основи, що сприяють безпеці та гігієні праці МОП 187. Конвенція від 2006-06-15. Брюссель: Міжнародна організація праці, 2006. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993_515.

51. Директива 2003/10/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 6.02.2003 про мінімальні вимоги щодо здоров'я і безпеки працівників, що піддаються небезпеці впливу фізичних факторів (шум) (сімнадцята окрема Директива у значенні статті 16(1). 25 червня 2002.

52. Директива 2002/44/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 25.06.2002 про мінімальні вимоги здоров'я і безпеки працівників, що піддаються впливу небезпечних фізичних факторів (вібрація) (шістнадцята окрема Директива у значенні статті 16(1). 05 травня 2002.

53. Гандзюк М.П., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. К.: Каравела. 2013. 405 с.